



Ecologia Reprodutiva de Lutjanidae no Litoral Norte da Bahia, Brasil: Contribuições ao Manejo Sustentável da Pesca Artesanal

Iramaia De Santana

PhD Tese

Vigo, Julho de 2015

Universidade de Vigo



UNIVERSIDADE
DE VIGO



Ecologia Reprodutiva de Lutjanidae no Litoral Norte da Bahia, Brasil: Contribuições ao Manejo Sustentável da Pesca Artesanal

Memoria da Tese apresentada para optar ó Título de Doutora pola

Universidade de Vigo

Memoria da Tese apresentada para optar ao Título de Doutora pela

Universidade de Vigo

Iramaia De Santana

Universidade de Vigo

2015

Os doutores Juan Francisco Saborido-Rey, científico titular do Departamento de Ecoloxía e Biodiversidade Mariña do Instituto de Investigacións Mariñas de Vigo (Consello Superior de Investigacións Científicas) e Eliane Maria de Sousa Nogueira, profesora investigadora adjunta do Departamento de Educación da Universidade do Estado da Bahia, Brasil,

Certifican:

Que a presente memoria de Tese de Doutoramento titulada **“Ecología Reproductiva de Lutjanidae no Litoral Norte da Bahia, Brasil: Contribuições ao Manejo Sustentável da Pesca Artesanal”**, presentada para optar ó título de Doutor pola Universidade de Vigo, foi realizada baixo a nosa titoría no Instituto de Investigacións Mariñas de Vigo y no Departamento de Ciências Exatas e da Terra da Universidade do Estado da Bahia.

E que considerando que cumpre os requisitos necesarios para ser considerada como un traballo de Tese de Doutoramento, autorizan a súa presentación ante o Consello de Departamento de Bioloxía Funcional e Ciencias da Saúde, responsable do Programa de Doutoramento de Bioloxía Mariña y Acuicultura e ante a Comisión de Estudios de Posgrao da Universidade de Vigo.

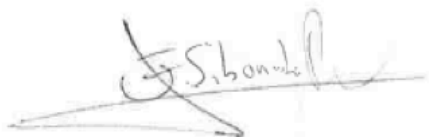
En Vigo, a 15 de julho de 2015.

Visto e prace do titor da Tese:

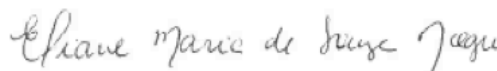


Rafael Duran Barbosa

Directores da Tese:



Dr. Juan Francisco Saborido-Rey



Prof. Dra. Eliane Maria de Sousa Nogueira

Dedico

A meus Orixás, ao Caboclo Boiadeiro e ao Caboclo João das Lajes, ao
sendeiro de luz que me trouxe até aqui: os filhos de Jèje por onde
começou a caminhada e aos filhos do Ketú onde me tornei uma *Eke di*.

Agradecimentos

Ao Time de Campo, aos “*Sem eles seria impossível*”:

Eu realmente agradeço e imensamente desde meu pequeno coração, a todos os Pescadores de Poças, Conde, que fizeram parte das campanhas de pesca e a todos os demais pescadores do Litoral Norte da Bahia (leia-se Praia do Forte, Subaúma e Siribinha), os quais permitiram o acompanhamento dos desembarques e nos facilitaram informações diversas sobre a pesca e as espécies desembarcadas desde 1997 quando começamos na vila pesqueira de Subaúma.

A *Nilson Gonçalves de Jesus*, quem foi meu companheiro emocional, educador e amigo e quem “determinou” a que grupo biológico eu iria me dedicar. Me acompanhou desde as priscas eras na especialização de Feira, em Janeiro de 1997, coletas em Subaúma, esteve rente comigo até Julho de 2009 em Poças, e seguiu acompanhando-me até o final de 2010 por internet neste doutorado-vida.

Uma beijoca no seu coração!

Ao Biólogo, fofinho e amigo *Igor Monteiro Ramos*, responsável completo e absoluto por todos o trabalho no mar. Ainda seguiremos, sim Igor?

A todos os estagiários *voluntários e involuntários* que passaram pelo LABMARH, aventurando-se nas coletas, processamento de material e, principalmente, na aventura de trabalhar comigo em uma época em que eu acreditava que a missão primordial em minha vida era a de ser um trator.

A meu orientador *Fran Saborido-Rey*: Obrigada pela caminhada, acolhimento e confiança e a minha doce *Eliane Maria de Sousa Nogueira* pelo *help in the end of this line*, minha querida companheira de casa já na época do mestrado, colega de trabalho na UNEB, amiga nos momentos de falta de juízo e que voltou a minha vida como minha orientadora. Isto é que é ter sorte! Jesus seja louvado! Meus queridos (des) orientadores.

Beijinhos carinhosos! ¡Espero sigamos colaborando!

Aos meu queridos colegas e amigos do DCET II:

>>Em especial um beijo muito carinhoso nos unebianos queridos: Patrícia Smith, Telma Santos, Luciene Lima, Lisovaldo Paixão, Marcelo Fonseca, Roger Chagas e Guiomar Dominguéz por sempre estarem na torcida do: “Termina logo esta tese que a gente precisa de você aqui!” ... por crerem e, acima de tudo e qualquer outra coisa, confiarem em mim.

Ao Apoio Logístico e Financeiro:

Universidade do Estado da Bahia, através do Departamento de Ciências Exatas e da Terra do Campus II, Alagoinhas pela liberação para realizar tão extenso trabalho.

IIM-CSIC: por todo o gasto coberto para o perfeito desenvolvimento das atividades de laboratório e permanência em suas instalações

COPENER FLORESTAL S.A.: pelo financiamento das coletas de campo realizadas que geraram dados sobre taxonomia entre os anos de 1998 a 2001

PCI-AECID: PCI 2007 Iberoamérica A/8268/07, pelo financiamento de parte das coletas de campo para compor o Capítulo 3 entre os anos 2008 e 2009

BECAS MAE-AECID: 0000295218

PROGRAMA PROFORTE, 14/2008, PPG – UNEB, pelo financiamento de parte das coletas de campo para compor o Capítulo 3 entre os anos 2008 e 2009

The European Cooperative in the field of Scientific and Technical Research (COST) action FA0601 - Fish Reproduction and Fisheries (FRESH): financiadora do estágio na Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal, COST-STSM-FA0601-7154

IIM-CSIC: financiador do estágio no Florida Fish and Wild Life Conservation Comission, Saint Petesburg, EUA

Ao Grupo de Científicos:

Ao meu tutor, Rafael Duran Barbosa, Universidade de Vigo, paciência, atenção e uma que outra cervejinha quando ficava louca de ansiedade.

A *Ricardo Luaces*, de la Universidad de Vigo, por toda a paciência e colaboração nos análises estatísticos.

As niñas do Laboratório: Loli Dominguéz, Sonia Rábade, Mariña Fabeiro e Rosa da Pandereta, IIM/CSIC. Que processaram todas as minhas amostras com uma infinidade de dados a serem cotejados, assim, não?

Antonio Vázquez, Rosário Dominguez, Aldo Poto-Carrera e Alba Ruth pelo apoio.

>>Un besinho especial para *Alex Alonso-Fernández* por la paciencia con todos mis “no lo entiendo Alex, ÁÁLEX, no lo entiendo, ÁÁÁLEX...”. Por acogerme cuando aun no conocía a nadie y hacer con que me sintiera cómoda y segura cuándo llegué a la ciudad y al grupo, incluso esforzándose para hablarme en Galleguês. Por las muchas, muchísimas horas dedicadas a enseñarme a leer e interpretar los cortes histológicas y a tomar decisiones objetivas con respecto a ellos y todo lo que esto involucraba, salvar mis “barbeiragens” computacionales, con las plantillas de estereología, clarificarme con la estadística, pasarme artículos claves y, *increíblemente*, estar siempre ahí.

>>Antonio Vázquez, un besico especial para ti con todo lo que me enseñaste y todo desde el corazón y con las locas tablas de CPUE en el Fortran.

Sue Barbieri por receber-me com tanta simplicidade e carinho e facilitar-me o estágio com *Jéssica Carroll* e sua equipe, aprender sobre otólitos de *Lutjanus*, ademais de um importante *review* sobre reprodução de peixes tropicais no FWC, Flórida. Obrigada também a Luís Barbieri, um carioca que seguiu outros rumos, mas está ali, de braços abertos, da sua casa e família, como seguramente aprendeu desde pequeninho com o Redentor.

Já deixei o trabalho pela metade justamente para poder voltar!

Leonel Serrano Gordo e seu time por receberem-me tão amavelmente em Lisboa: espinhos de Capado, criótomo, reprodução e bacalhau com broa... hummm! Tão ótima experiência que espero poder voltar a colaborar com sua equipe. (Universidade de Lisboa).

A *Carmen Gloria* por facilitar-me um estágio en el Laboratorio de Crecimiento del Instituto Español de Oceanografía, no qual aprendi mais sobre idade e crescimento de *Lutjanus* e pude passar momentos grandes e levar em meu coração a *Antonio* e a minha querida *Maria Sainza*.

A *Maria Grégori* por la identificación de los parásitos e *Santi* por supervisar su trabajo.

Doug Perrine of the Sea Pics.com and the *Dr Jiro Sakaue* of the School of Marine Bio-Life Sciences, Kitasato University, both for the wonderful photos about Lutjanidae spawning aggregation.

Agradecimentos cafezais e fraternos:

Eva Seosane, Rebeca Paola, David Villegas, Alex Alonso-Fernández, Loli Dominguéz, Alfonso Pérez, Gonzalo Mucientes, Antonio Vásquez y Monica Mandado.

¡Mucho hablar y poco mastigar!!

Una de mis mejores experiencias en toda mi vida!

Agradecimentos terapêuticos-amorosos:

A todos del grupo de Formación en Psicología Corporal Energética I e II, Gerardo Provenzano y Gonzalo de Francisco, mi terapeuta y mi psicoanalista y a los Hermanos y Hermanas de cabeza y al Babalorixá de mi Casa de Santo, que, en un conjunto de mucho esfuerzo, me ayudaron a sostenerme y hacerme entender y desquitarme del deseo poderoso, que estuvo en mí todos estos años con respecto a mi tesis.

Agradecimentos amorosos:

A mim, Papi, Mami, Lua De Santana, Bia, Aninha, Dudi, Emanu, Ique, Maysinha, Gustavo, Andrezinho e Monique, hermanos y hermanas, que son 8 y cada uno aquí representado por sus hijos, aparte de Yô.

>> Destaque a minha querida Mainha que deixava que eu entupisse seu congelador com peixes, quando já não havia mais espaço no LABMARH, me ensinou e ajudou a tirar otólitos de peixes, até que eu peguei o jeito (demorou, hein!) Obrigada por esse apoio, assim; de Mãe, né? E a meu Pai que sempre dizia: ¿qué tal te va mi hija? ¿Te falta algo? ¿Estás haciendo todo corretito? Si no puedes terminar este doctorado, vuelve; no pasa nada, aunque esté seguro de que lo lograrás!

Tias, Tios, primos e primas do Doron, da Poeira e de Encarnação. FORÇA SEMPRE! >>

Com meus beijos especiais em Tio Ruben e Tio Bel, Tia Dete e Tia Valdinha, Tia Mirinha, minhas primas do coração Gisa e Cely.

A mi familia política, Los Sánchez-Ballesteros, que estuvieron por mi en momentos de fiestas y dolor, un beso cariñoso, en especial a Yoli, mamá de mi sobrinita hispano-brasileira que me acogió en su pequeno y amoroso útero.

Agradecimentos à Vida pelos Lírios emprestados:

Maria Juan-Jordá, Flávia Cristine, Fernanda Rayol, Gerardo Provenzano, Gozalo de Francisco, Rafael Durán, Eva Seoane e Lilian Faro. ¡Ay que me l@s como!

Índice

DEDICO	XI
AGRADECIMENTOS	XIII
LISTA DE QUADROS	XXIII
LISTA DE TABELAS	XXV
LISTA DE FIGURAS	XXXI
PREFÁCIO	33
RESUMO	35
ABSTRACT	39
CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO GERAL	43
1.1 O LITORAL NORTE DA BAHIA: CONTEXTUALIZAÇÃO AMBIENTAL E ECONÔMICA DA ÁREA DE ESTUDO	43
1.1.1 A PESCA ARTESANAL NO LITORAL NORTE DA BAHIA	46
1.1.2 O PAPEL DA FAMÍLIA LUTJANIDAE NA PESCA EM AMBIENTES RECIFAIS NO LITORAL NORTE DA BAHIA	48
1.2 ESTRATÉGIAS REPRODUTIVAS EM PEIXES TROPICAIS	53
1.3 HIPÓTESE	61
1.4 OBJETIVOS E MOTIVAÇÃO DA TESE	62
1.4.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	62
CAPÍTULO 2: METODOLOGIA	65
2.1 DESENHO AMOSTRAL, COLETAS DE CAMPO E PROCESSAMENTO DE MATERIAL BIOLÓGICO	65
2.1.1 DESENHO AMOSTRAL	65
2.1.2 ÁREA AMOSTRAL E MÉTODOS DE CAPTURA	65
Registro de dados em mar	68
Registro de dados em terra	68

Taxonomia	69
2.2 VARIÁVEIS REPRODUTIVAS E SAZONAIS	69
2.2.1 PROPORÇÃO SEXUAL	70
2.2.2. RELAÇÃO PESO-COMPIMENTO E FATOR DE CONDIÇÃO (K)	72
Comportamento espacial do peso, comprimento e fator de condição	74
2.2.3 ESCALAS MACRO E MICROSCÓPICA DE DESENVOLVIMENTO GONADAL	75
Processamento do tecido ovariano	77
Padrão de recrutamento ovocitário	78
2.3 TEMPORALIDADE REPRODUTIVA	79
Escala Ciclo de Vida	79
Escala Anual	80
Índice Gonadossomático	80
Estação Reprodutiva	80
Efeitos Maternais	81
Escala Intrasazonal	82
Escala Diária	84
2.4 FECUNDIDADE	84
Número de Ovócitos em Crescimento Secundário (NDO)	87
Número de ovos hidratados em um lote (<i>Bf</i>)	88
CAPÍTULO 3: RESULTADOS	91
3.1 SINOPSE GLOBAL DA AMOSTRAGEM	91
3.2 VARIÁVEIS REPRODUTIVAS	92
3.2.1 PROPORÇÃO SEXUAL	92
3.2.2. RELAÇÃO PESO-COMPIMENTO E FATOR DE CONDIÇÃO (K)	100
Comportamento temporal do peso, comprimento e fator de condição (K)	101
Comportamento espacial do peso, comprimento, fator de Condição (K)	111
Distribuição Espaço-Temporal das Operações de Pesca e Capturas	123
3.2.3 DESENVOLVIMENTO GONADAL	126
ESCALA MACROSCÓPICA	126
ESCALA MICROSCÓPICA	132
Estágios dos ovócitos	132
Parasitas e corpúsculos amarelos	134
Fases reprodutivas	136

Padrão de desenvolvimento ovocitário	140
3.2.4 TEMPORALIDADE REPRODUTIVA	142
ESCALA CICLO DE VIDA	142
ESCALA ANUAL	149
Índice Gonadossomático (GSI)	149
Estação Reprodutiva	158
Efeitos maternos	163
ESCALA INTRASAZONAL	167
ESCALA DIÁRIA	175
3.2.5 FECUNDIDADE	177
TIPO DE FECUNDIDADE	177
NÚMERO DE OVÓCITOS EM CRESCIMENTO SECUNDÁRIO	184
Efeitos sazonais	184
Efeitos maternos	185
NÚMERO DE OVOS HIDRATADOS EM UM LOTE (BF)	189
Efeitos maternos	193
Produção Relativa de Ovos	200
CAPÍTULO 4: DISCUSSÃO	203
4.1 TAXONOMIA	203
4.2 PROPORÇÃO SEXUAL	204
4.3 PESO, COMPRIMENTO E FATOR DE CONDIÇÃO	211
4.4 TEMPORALIDADE REPRODUTIVA	214
ESCALA CICLO DE VIDA	214
ESCALA ANUAL	216
Índice Gonadossomático e Recrutamento Ovocitário	217
ESCALA INTRASAZONAL	222
4.5 FECUNDIDADE	228
NÚMERO DE OVOS EM DESENVOLVIMENTO SECUNDÁRIO (NDO)	231
NÚMERO DE OVOS HIDRATADOS EM UM LOTE (BF)	234
4.6 CONCLUSÕES	241
CAPÍTULO 5: PROTOCOLO DE GESTÃO	247
5.1. PESCARIAS TROPICAIS, DE PEQUENA ESCALA E RECIFAIS	247

5.1.1 REVISÃO SOBRE OS EFEITOS DA PESCA EM AMBIENTES RECIFAIS _____	249
Efeitos Biológicos _____	249
Efeitos Socioambientais _____	251
5.1.2 SÍNTESE RETÓRICA CHISTOSA DA HISTÓRIA DO FORTALECIMENTO DAS PESCARIAS NO BRASIL _____	253
5.2 MODELO DA PESCA ARTESANAL NOS RECIFES DO LITORAL NORTE DA BAHIA _____	256
5.3 ESTRATÉGIAS DE GESTÃO PARA A PESCA DE LINHA EM RECIFES DESCONECTADOS E RECIFES OCEÂNICOS NO LITORAL NORTE DA BAHIA _____	258
5.3.1 UNIDADE BIOLÓGICA: AGREGAÇÕES PARA A POSTA DO COMPLEXO LUTJANIDAE _____	258
5.3.2 MANEJO POR UNIDADE TECNOLÓGICA DE DESLOCAMENTO E DE PROSPECÇÃO _____	259
5.4. A ASSEMBLÉIA-BANDEIRA LUTJANIDAE À CONSERVAÇÃO E AO MANEJO DA PESCA DE LINHA EM RECIFES DESCONECTADOS E OCEÂNICOS NO LITORAL NORTE DA BAHIA, BRASIL _____	260
5.5 AÇÕES PARA CONSERVAÇÃO E MANEJO DA PESCA NOS RECIFES DESCONECTADOS E OCEÂNICOS DO LITORAL NORTE DA BAHIA _____	263
5.6. CONSIDERAÇÕES FINAIS _____	276
6. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO _____	279
ANEXO 1 _____	305
RESUMEN EXPANDIDO EN ESPAÑOL _____	305
ANEXO 2 _____	327
RESUMO EXPANDIDO EM PORTUGUÊS _____	327
ANEXO 3 _____	347
LISTA DAS ESPÉCIES REGISTRADAS NOS DESEMBARQUES DA PESCA ARTESANAL NA APA/LN, BAHIA (ORGANIZADAS POR CATEGORIA COMERCIAL E SUBSEQUENTEMENTE POR ORDEM ALFABÉTICA) _____	347
AO MEU MAIS PROFUNDO CORAÇÃO _____	341

Lista de Quadros

Quadro 1: Descrição morfológica dos estágios de reabsorção folicular, segundo Dickerson (1992a) e Davis and West (1993b)...	81
---	----

Lista de Tabelas

Tabela 1: Resumo das diferentes estratégias reprodutivas de acordo com o sistema de acasalamento pertinentes a este trabalho	55
Tabela 2: Descrição das fases do ciclo reprodutivo em fêmeas. Critérios histológicos segundo Brown-Peterson <i>et al.</i> (2011) e critérios morfológicos de acordo com Vazzoler (1996) e Domínguez-Petit (2007)	76
Tabela 3: Protocolo de processamento das amostras para histologia: desidratação, infiltração e solidificação	77
Tabela 4: Protocolo de tingimento dos cortes histológicos	78
Tabela 5: Número total de indivíduos coletados por sexo das espécies objetivo <i>L. synagris</i> , <i>R. aurorubens</i> e <i>L. vivanus</i> durante o período de junho de 2008 a maio de 2009	91
Tabela 6: Resultado dos testes de análise da variância (ANOVA) utilizados para comparar a distribuição espacial de machos e fêmeas durante a época de posta e a época de repouso de <i>L. synagris</i> (LUSY), <i>R. aurorubens</i> (RHAU) e <i>L. vivanus</i> (LUVI). O rumo foi usado como descritor espacial	93
Tabela 7: Resultado do modelo linear generalizado (binomial, logit) que avaliou a variação na proporção sexual em função do comprimento tendo como fatores as variáveis explicativas mês da época de posta e fases da lua	97
Tabela 8: Parâmetros da relação peso-comprimento populacional e por sexo para <i>L. synagris</i> (LUSY), <i>R. aurorubens</i> e <i>L. vivanus</i> (LUVI) capturados no Litoral Norte da Bahia para o período de amostragem.....	100
Tabela 9: Sumário dos resultados da análise da variância do peso, comprimento e fator de condição entre sexos e populacional em função dos meses do ciclo anual (CA) e do ciclo lunar (Lua) como variáveis de sazonalidade em <i>L. synagris</i>	102
Tabela 10: Sumário dos resultados da análise da variância do peso, comprimento e fator de condição entre sexos e populacional em função dos meses do ciclo anual (CA) e do ciclo lunar (Lua) como variáveis de sazonalidade em <i>R. aurorubens</i>	105

Tabela 11: Sumário dos resultados da análise da variância do peso, comprimento e fator de condição entre sexos e populacional em função dos meses do ciclo anual (CA) e do ciclo lunar (Lua) como variáveis de sazonalidade em <i>L. vivanus</i>	108
Tabela 12: Resultado dos testes da análise da variância da distribuição espacial da abundância numérica de fêmeas e machos, de acordo com o rumo e em função do peso (Pe), comprimento (Ct) e do fator de condição (K) durante a época de posta e de regressão-regeneração em <i>L. synagris</i> , <i>R. aurorubens</i> e <i>L. vivanus</i>	113
Tabela 13: Resultado do teste Chi-quadrado de Pearson utilizado para comparar a captura por unidade de esforço entre o período de pesca em função das variáveis de sazonalidade em <i>L. synagris</i> (LUSY), <i>R. aurorubens</i> (RHAU) e <i>L. vivanus</i> (LUVI)	124
Tabela 14: Número de fêmeas coletadas por mês analisadas para o período de estudo	126
Tabela 15: Descrição anatômica das fases de maturação macroscópica gonadal em fêmeas de Lutjanidae (Características mais destacadas sublinhadas).....	128
Tabela16: Descrição anatômica dos estádios de maturação macroscópicos gonadal para machos em Lutjanidae. Características mais destacadas sublinhadas	129
Tabela 17: Prevalência de atresia por fase de maturação gonadal (valores em porcentagem).....	133
Tabela 18: Prevalência de corpos amarelos e cistos de cestóides e/ou nematódeos, nas diferentes fases de maturação gonadal (valores das classes dados em porcentagem)	134
Tabela 19: Comparação da proporção de identificação das fases de desenvolvimento gonadal da escala de maturação macroscópica gonadal (Macro) em correspondência à escala microscópica (Micro) realizada para o ciclo anual e exclusivamente para a época de posta em <i>L. synagris</i> (LUSY), <i>R. aurorubens</i> (RHAU) e <i>L. vivanus</i> (LUVI). (Números em porcentagem, NI: não identificado).	144
Tabela 20: Resumo dos modelos lineares generalizados dos resultados dos ajustes das ogivas com dados das escalas macro e microscópicas de identificação das fases de desenvolvimento gonadal e dos modelos que compararam as ogivas de maturação e a interação comprimento (Ct) e tipo de escala como fator para cada uma das escalas	

das as três espécies estudadas: LUSY: <i>L. synagris</i> , RHAU: <i>R. aurorubens</i> e LUVI: <i>L. vivanus</i>	147
Tabela 21: Resultado dos testes da análise da variância da distribuição espacial da abundância numérica de fêmeas e machos, de acordo com o rumo (fator) e em função do índice gonadosossomático (GSI) durante a época de posta e de regressão-regeneração em <i>L. synagris</i> , <i>R. aurorubens</i> e <i>L. vivanus</i>	150
Tabela 22: Sumário dos resultados da análise da variância usada para verificar as diferenças do índice gonadosossomático entre sexos em função de distintas variáveis sazonais (ciclo anual, lua, estações naturais e estações segundo o ritmo das chuvas) e em relação a interação sexo e variável sazonal em <i>L. synagris</i>	153
Tabela 23: Sumário dos resultados da análise da variância usada para verificar as diferenças do índice gonadosossomático entre sexos em função de distintas variáveis sazonais (ciclo anual, lua, estações naturais e estações segundo o ritmo das chuvas) e em relação a interação sexo e variável sazonal em <i>R. aurorubens</i>	155
Tabela 24: Sumário dos resultados da análise da variância usada para verificar as diferenças do índice gonadosossomático entre sexos em função de distintas variáveis sazonais (ciclo anual, lua, estações naturais e estações segundo o ritmo das chuvas) e em relação a interação sexo e variável sazonal em <i>L. vivanus</i>	157
Tabela 25: Resumo dos modelos lineares generalizados (binomial) para descrever a probabilidade de uma fêmea estar em capacidade de posta em função do comprimento e do tempo (Análise 1) e probabilidade em função do tempo em interação com o tamanho, considerando-se classes de tamanho durante o início e final da estação reprodutiva (Classes: Fêmeas pequenas: ≥ 25 cm; medianas: [25, 30] e grandes: >30).....	165
Tabela 26: Valores médios da fração (<i>FCp</i>) e frequência de posta (<i>FQp</i>) e número de lotes (<i>NI</i>) (n= número indivíduos, \bar{x} pop: média populacional, SD: desviação padrão).....	169
Tabela 27: Resultado da análise da variância da fração de posta e do número de lotes e as variáveis sazonais mês da época de posta, lua, estação segundo o ritmo das chuvas (ECH) e estações naturais (EN) das espécies <i>L. synagris</i> (LUSY), <i>R. aurorubens</i> (RHAU) e <i>L. vivanus</i> (LUVI)	171

Tabela 28: Número de indivíduos coletados com signos de posta iminente (NM + HID) e posta recente (POF recente e intermediário) e sua prevalência por período de coleta para as espécies <i>L. synagris</i> (LUSY), <i>R. aurorubens</i> (RHAU) e <i>L. vivanus</i> (LUVI) - Números entre parêntese equivalem ao total de fêmeas amostradas em atividade de posta (AS).....	175
Tabela 29: Resultados da análise da variância da fecundidade potencial (NDO) e relativa (NDO _r) em função do mês, lua, estações naturais (EN) e estação segundo o ritmo das chuvas (ECH).....	178
Tabela 30: Resultados da regressão linear entre a fecundidade potencial (NDO) e relativa (NDO _r) em função dos efeitos maternos comprimento (CT), peso eviscerado (Pe), índice gonadosomático (GSI) e fator de condição (K).....	186
Tabela 31: Valores mínimos, médios e máximos do número de ovócitos em crescimento secundário (NDO), a equação matemática da relação entre NDO e comprimento total (Ct) e número de ovócitos em um fêmea média (valores em parênteses Ct).186	
Tabela 32: Valores médios estimados para a densidade de ovos hidratados (DOH), fecundidade parcial (<i>Bf</i>), fecundidade parcial relativa e diâmetro dos ovos hidratados, considerando os meses de ocorrência de fêmeas com signos de posta iminente (ovos hidratados). Incluídos os valores médios do comprimento total (Ct) e do peso eviscerado (Pe) das fêmeas amostradas	190
Tabela 33: Sumário da análise da variância realizada entre o número de ovos hidratados em um lote (<i>Bf</i>) e número relativo de ovos hidratados em um lote (<i>BfRel</i>) com relação as distintas variáveis explicativas de interesse (sazonalidade e biológicas)	191
Tabela 34: Sumário das regressões lineares entre o número de ovos hidratados em um lote (<i>Bf</i>), número relativo de ovos hidratados em um lote (<i>BfRel</i>) em relação com as variáveis biológicas considerados como de efeitos maternos: comprimento total (Ct) Peso eviscerado (Pe), índice gonadosomático (GSI), fator de condição (K) e diâmetro do ovócito hidratado	194
Tabela 35: Sumário da análise da variância realizada entre o número de ovos hidratados em um lote (<i>Bf</i>) e número relativo de ovos hidratados em um lote (<i>BfRel</i>) com	

relação as distintas variáveis explicativas de sazonalidade (DO: diâmetro do ovócito hidratado, DOH: densidade de ovos hidratados).....	198
Tabela 36: Estimativas da produção populacional de ovos hidratados mensal (<i>EPhid</i>) para <i>L. synagris</i> (LUSY), <i>R. aurorubens</i> (RHAU) e <i>L. vivanus</i> (LUVI).....	201
Tabela 37: Estimativas da produção populacional de ovos hidratados (<i>EPhid</i>) por comprimento total (Ct) para <i>L. synagris</i> (LUSY), <i>R. aurorubens</i> (RHAU) e <i>L. vivanus</i> (LUVI).....	201
Tabela 38: Sumário da análise da variância realizada entre a produção populacional de ovos hidratados (<i>EPhid</i>) em função das as variáveis sazonais mês, lua, estações naturais (EN) e estação segundo o ritmo das chuvas (ECH).....	202
Tabela 39: Resultados do comprimento de maturação populacional nos vermelhos por localização geográfica e métodos de identificação das fases de desenvolvimento gonadal	217
Tabela 40: Comprimentos mínimo, médio e máximo e valores modais das frequências de comprimento das cinco principais espécies desembarcadas no Litoral Norte da Bahia para dois períodos: dezembro de 1998 a dezembro de 2000 e junho de 2008 a maio de 2009	268

Lista de Figuras

Figura 1: Mapa da área de estudo	44
Figura 2: Área de amostragem das operações de pesca na área de estudo	66
Figura 4: Fichas de registro das informações de campo para as espécies acompanhantes (a) e (b) para Lutjanidae	69
Figura 5: Quadricula Weibel ensamblada a uma amostra de fêmea AS para mensuração do número de ovócitos em crescimento secundário	86
Figura 6: Microfotografia de ovos hidratados: a esquerda misto de ovos vitelados, hidratados e tecido conectivo. A direita, apenas ovos hidratados corados com eosina para contagem pelo método autodiamétrico.....	90
Figura 7: Distribuição espacial de machos e fêmeas de <i>L. synagris</i> (superior), <i>R. aurorubens</i> (centro) e <i>L. vivanus</i> (inferior) na área de amostragem durante a época de posta (A) e época de regressão-regeneração (B) na área de amostragem (Litoral Norte da Bahia, Junho de 2008 a Maio de 2009, (machos: valores superiores a 0,5 e fêmeas valores inferiores a 0,5)	94
Figura 8: Modelo de regressão logística que estimou, durante o ciclo anual (CA, esquerda) e a época de regressão-regeneração (ERR, direita), o comprimento em que 50% da população (SR ₅₀) esteve composta igualmente por machos e fêmeas nas espécies <i>L. synagris</i> (Acima: LUSY, CA SR ₅₀ = 31,22 cm, ERR: SR ₅₀ = 30,94 cm), <i>R. aurorubens</i> (Centro: RHAU, CA SR ₅₀ = 32 cm, ERR SR ₅₀ = -41 cm) e para <i>L. vivanus</i> (Abaixo: LUVI, CA SR ₅₀ = 27,72 cm, ERR: SR ₅₀ = 24,8 cm).....	95
Figura 9: Comportamento da proporção sexual em função do comprimento e sua variação durante a época de posta e as fases da lua. De “a” e “b” <i>L. synagris</i> (LUSY), “c” a “d”, <i>R. aurorubens</i> (RHAU) e de “e” a “f” <i>L. vivanus</i> (LUVI). (Pontos representam as médias e as barras, os intervalos de confiança; desvio padrão representado pelas linhas vermelhas e linhas negras representam a distribuição de frequência da amostra).....	99
Figura 10: Regressão peso-comprimento para fêmeas (esquerda) e machos (direita) de <i>L. synagris</i> (acima), <i>R. aurorubens</i> (meio) e <i>L. vivanus</i> (abaixo) coletados no Litoral Norte da Bahia (junho 2008 a maio de 2009).....	101

Figura 11: Comportamento dos valores médios mensais do peso eviscerado (acima), comprimento total (centro) e fator de condição (abaixo) em função dos meses do ciclo anual e do ciclo lunar (Lua) entre machos e fêmeas de *L. synagris*, coletados no Litoral Norte da Bahia (Junho 2008 a Maio de 2009 - Pontos representam as médias, as barras, os intervalos de confiança e as linhas negras a distribuição de frequência da amostra)..... 104

Figura 12: Comportamento dos valores médios mensais do peso eviscerado (acima), comprimento total (centro) e fator de condição (abaixo) em função dos meses do ciclo anual (CA) e do ciclo lunar (Lua) entre machos e fêmeas de *R. aurorubens*, coletados no Litoral Norte da Bahia (Junho 2008 a Maio de 2009 - Pontos representam as médias, as barras, os intervalos de confiança e as linhas negras a distribuição de frequência da amostra) 107

Figura 13: Comportamento dos valores médios mensais do peso eviscerado (acima), comprimento total (centro) e fator de condição (abaixo) em função dos meses do ciclo anual (CA) e do ciclo lunar (Lua) entre machos e fêmeas de *L. vivanus*, coletados no Litoral Norte da Bahia (Junho 2008 a Maio de 2009 - Pontos representam as médias, as barras, os intervalos de confiança e as linhas negras a distribuição de frequência da amostra) 110

Figura 14: Distribuição de machos (A e C) e fêmeas (B e D) de *L. synagris* por comprimento total (Ct) durante a época de posta (acima) e a época de regressão-regeneração (abaixo) na área de amostragem (Litoral Norte da Bahia, Junho 2008 a agosto 2009)..... 114

Figura 15: Distribuição de machos (A e C) e fêmeas (B e D) de *L. synagris* por peso eviscerado (Pe) durante a época de posta (acima) e a época de regressão-regeneração (abaixo) na área de amostragem (Litoral Norte da Bahia, Junho 2008 a agosto 2009)..... 115

Figura 16: Distribuição de machos (A e C) e fêmeas (B e D) por fator de condição (K) durante a época de posta (acima) e a época de regressão-regeneração (abaixo) em *L. synagris* na área de amostragem (Litoral Norte da Bahia, Junho 2008 a agosto 2009) 116

Figura 17: Distribuição de machos (A e C) e fêmeas (B e D) de *R. aurorubens* por comprimento total (Ct) durante a época de posta (acima) e a época de regressão-

regeneração (abaixo) na área de amostragem (Litoral Norte da Bahia, Junho 2008 a agosto 2009)	117
Figura 18: Distribuição de machos (A e C) e fêmeas (B e D) de <i>R. aurorubens</i> por peso eviscerado (Pe) durante a estação reprodutiva (acima) e a estação de regressão-regeneração (abaixo) na área de amostragem (Litoral Norte da Bahia, Junho 2008 a agosto 2009)	118
Figura 19: Distribuição de machos (A e C) e fêmeas (B e D) de <i>R. aurorubens</i> por fator de condição (K) na área de amostragem de durante a estação reprodutiva (acima) e a estação de regressão-regeneração (abaixo) na área de amostragem (Litoral Norte da Bahia, Junho 2008 a agosto 2009).....	119
Figura 20: Distribuição de machos (A e C) e fêmeas (B e D) de <i>L. vivanus</i> por comprimento total (Ct) durante a época de posta (acima) e a época de regressão-regeneração (abaixo) na área de amostragem (Litoral Norte da Bahia, Junho 2008 a agosto 2009)	120
Figura 21: Distribuição de machos (A e C) e fêmeas (B e D) de <i>L. vivanus</i> por peso eviscerado (Pe) durante a estação reprodutiva (acima) e a estação de regressão-regeneração (abaixo) na área de amostragem (Litoral Norte da Bahia, Junho 2008 a agosto 2009)	121
Figura 22: Distribuição de machos (A e C) e fêmeas (B e D) de <i>L. vivanus</i> por fator de condição (K) durante a estação reprodutiva (acima) e a estação de regressão-regeneração (abaixo) na área de amostragem (Litoral Norte da Bahia, Junho 2008 a agosto 2009)	122
Figura 23: Área total das operações de pesca na zona de estudo, Litoral Norte da Bahia (Junho 2008 a Maio de 2009).....	124
Figura 24: Captura por unidade de esforço (CPUE) por período de pesca de acordo com as estações naturais (esquerda) e fases da lua (direita) de <i>L. synagris</i> (acima), <i>R. aurorubens</i> (meio) e <i>L. vivanus</i> (abaixo) coletados no Litoral Norte da Bahia (junho 2008 a maio de 2009)	125
Figura 25: Escala de maturação macroscópica gonadal definida para fêmeas de <i>Lutjanidae</i> . As letras correspondem as diferentes fases: a= imaturo; b= em maturação; c= maduro; d= esvaziado; e= repouso	130

Figura 26: Escala de maturação macroscópica gonadal definida para machos de *Lutjanidae*. As letras correspondem as diferentes fase: a= imaturo; b= em maturação; c= maduro; d= esvaziado131

Figura 28: Fotomicrografia de cistos de parasitas em ovários de *Lutjanidae* (acima), nestas os corpúsculos amarelos estão semimargeando às formações císticas (Bar =200 μ m) e enquistamentos externos de cestódeo em dupla capa (abaixo - Bar = 1mm e 500 μ m).....135

Figura 29: Fotomicrografia da histologia ovariana, ilustrando as fases de desenvolvimento microscópico gonadal de *Lutjanidae*: (A) Fase Imaturo (I), somente CP; (B) Regeneração (RG), predomínio de CP, mas com presença nítida de bandas musculares; (C) Subfase desenvolvimento inicial (D1) pertencente à fase desenvolvimento: CP + presença exclusiva de AC; (D) Subfase desenvolvimento final (D2),fase desenvolvimento: AC + Vit1 e/ou Vit2; (E) Fase capaz de pôr (SC): todos os estágios ovocitários anteriores + Vit3; (F) Fase capaz de pôr com destaque para a presença de POFs antigos; Subfase em atividade de posta(AS), pertencente à fase capaz de pôr com diferentes signos de posta: (G) AS em núcleos migratórios, (H) AS em coalescência, (I) AS em hidratação, (J) AS em POFs recentes e (L) AS em POF intermediários; (M) Regressão (RS): principal signo alpha-atresia massiva e evidente desorganização ovariana; (N) Alpha e beta atresia; (O) Cistos de ovócitos (CP= crescimento primário; AC= alvéolos corticais; Vit1= vitelogênese inicial; Vit2= vitelogênese intermediária; Vit3= vitelogênese avançada; POF: folículo pós-ovulatório). Bar =200 μ m139

Figura 30: Distribuição da frequência do diâmetro dos ovócitos para as fases de desenvolvimento gonadal em desenvolvimento inicial (D1), desenvolvimento final (D2), capacidade de posta (SC) e atividade de posta (AS) das espécies *L. synagris* (A - LUSY), *R. aurorubens* (B – RHAU) e *L. vivanus* (C - LUVI) (n=4, Litoral Norte da Bahia, Junho 2008 a Maio 2009)140

Figura 31: Distribuição do diâmetro das distintas fases dos ovócitos ao longo do ciclo reprodutivo, representando a assincronia ovariana populacional de *L. synagris*, *R. aurorubens* e *L. vivanus*. (Litoral Norte da Bahia, Junho 2008 – agosto 2009)141

Figura 32: Ogivas de maturação ajustadas com dados macroscópicos (linha vermelha, pontilhadas, intervalos de confiança) e com dados microscópicos (linha azul,

pontilhadas, intervalos de confiança) de classificação das fases de desenvolvimento gonadal para as espécies <i>L. synagris</i> (A - LUSY), <i>R. aurorubens</i> (B - RHAU) e <i>L. vivanus</i> (C - LUVI), coletadas no Litoral Norte da Bahia (Junho 2008 a Maio de 2009).....	149
Figura 33: Distribuição de machos (A e C) e fêmeas (B e D) de <i>L. synagris</i> em função do índice gonadosossomático (GSI) durante a estação reprodutiva (acima) e a época de regressão-regeneração (abaixo) na área de amostragem (Litoral Norte da Bahia, Junho 2008 a agosto 2009).....	150
Figura 34: Distribuição de machos (A e C) e fêmeas (B e D) de <i>R. aurorubens</i> em função do índice gonadosossomático (GSI) durante a estação reprodutiva (acima) e a estação de regressão-regeneração (abaixo) na área de amostragem (Litoral Norte da Bahia, Junho 2008 a agosto 2009).....	151
Figura 35: Distribuição de machos (A e C) e fêmeas (B e D) de <i>R. aurorubens</i> em função do índice gonadosossomático (GSI) durante a estação reprodutiva (acima) e a estação de regressão-regeneração (abaixo) na área de amostragem (Litoral Norte da Bahia, Junho 2008 a agosto 2009).....	152
Figura 36: Variação do índice gonadosossomático entre sexos em diferentes escalas de sazonalidade: ciclo anual (A), lua (B), estações naturais (C) e estações segundo o ritmo das chuvas (D) para a espécie <i>L. synagris</i> (Junho 2008 a Maio de 2009, Litoral Norte da Bahia. Pontos representam as médias; barras, os intervalos de confiança)	154
Figura 37: Variação do índice gonadosossomático entre sexos em diferentes escalas de sazonalidade: ciclo anual (A), lua (B), estações naturais (C) e estações segundo o ritmo das chuvas (D) para a espécie <i>R. aurorubens</i> (Junho 2008 a Maio de 2009, Litoral Norte da Bahia. Pontos representam as médias; barras, os intervalos de confiança)	156
Figura 38: Variação do índice gonadosossomático entre sexos em diferentes escalas de sazonalidade: ciclo anual (A), lua (B), estações naturais (C) e estações segundo o ritmo das chuvas (D) para a espécie <i>L. vivanus</i> (Junho 2008 a Maio de 2009, Litoral Norte da Bahia. Pontos representam as médias; barras, os intervalos de confiança)	158

- Figura 39: Ciclo reprodutivo de *L. synagris* (A: LUSY), *R. aurorubens* (B: RHAU) e *L. vivanus* (C: LUVI) em base a dados microscópicos e na variação do índice gonadosomático (Litoral Norte da Bahia, Junho 2008 a Maio de 2009; D1 + D2: desenvolvimento, SC: capacidade de posta, AS: atividade de posta, RG: regressão, RN: regeneração, GSI: índice gonadosomático) 161
- Figura 40: Ciclo reprodutivo em base a dados macroscópicos de *L. synagris* (A: LUSY), *R. aurorubens* (B: RHAU) e *L. vivanus* (C: LUVI) amostrados no Litoral Norte da Bahia (Junho 2008 a Maio de 2009) 162
- Figura 41: Predição do começo da posta para fêmeas pequenas (>25 cm), fêmeas medianas ([25, 30 cm]) e fêmeas grandes (>30 cm) durante o início (esquerda) e final da estação (direita) de *L. synagris* (A, B), *R. aurorubens* (C, D) e *L. vivanus* (E, F) (Litoral Norte da Bahia, junho 2008 a maio de 2009) 166
- Figura 42: Fração de posta e picos de atividade reprodutiva considerando o ponto de corte igual a 50% das fêmeas em desova 169
- Figura 43: Comportamento da fração de posta e do número de lotes de *L. synagris* em função dos meses da época de posta (A), das fases da lua (B), das estações naturais (C) e das estações segundo o ritmo das chuvas (D) (Litoral Norte da Bahia, Maio 2008 a Junho 2009) 172
- Figura 44: Comportamento da fração de posta e do número de lotes de *R. aurorubens* em função dos meses da época de posta (A), das fases da lua (B), das estações naturais (C) e das estações segundo o ritmo das chuvas (D) (Litoral Norte da Bahia, Maio 2008 a Junho 2009) 173
- Figura 45: Comportamento da fração de posta e do número de lotes de *L. vivanus* em função dos meses da época de posta (A), das fases da lua (B), das estações naturais (C) e das estações segundo o ritmo das chuvas (D) (Litoral Norte da Bahia, Maio 2008 a Junho 2009) 174
- Figura 46: Distribuição da proporção de fêmeas de *L. synagris*, *R. aurorubens* e *L. vivanus* por fase de maturação microscópica gonadal na área de pesca durante a estação reprodutiva (painel esquerdo) e predomínio das fêmeas SC em conformidade com a direção indicada tomada pela embarcação para cada ponto de amostragem (painel direito). Dos pontos mais quentes a frio se representa: D: 3, SC: 4, AS: 5, RG: 6 RN: 7 (Litoral Norte da Bahia, Maio 2008 a Junho 2009) ... 176

- Figura 47: Variação mensal do número de ovócitos em desenvolvimento (NDO, \pm erro padrão) e do número relativo de ovócitos em desenvolvimento (NDO_r, \pm erro padrão) durante a época de posta (área sombreada) em *L. synagris* (A), *R. aurorubens* (B) e *L. vivanus* (C)..... 178
- Figura 48: Distribuição da frequência do diâmetro dos ovócitos em crescimento secundário em *L. synagris* (painel esquerda), *R. aurorubens* (painel direita) e *L. vivanus* (painel inferior) em fêmeas de diferentes fases de desenvolvimento gonadal (D1: desenvolvimento inicial, D2: desenvolvimento avançado, SC: capaz de pôr (SC, sem signos de posta), AS: atividade de posta (Litoral Norte da Bahia, Junho 2008 a Maio 2009) 180
- Figura 49: Diâmetros médios mensais dos ovócitos em vitelogênese avançada (Vit3) em fêmeas em capacidade de pôr sem signos de posta (n=5) em *L. synagris* (LUSY, linha negra), *R. aurorubens* (RHAU, linha rosa) e *L. vivanus* (LUVI, linha azul) (Litoral Norte da Bahia, Junho de 2008 a Maio de 2009)..... 180
- Figura 50: Comportamento do número de ovócitos relativos em desenvolvimento secundário (NDO_r) e da intensidade de atresia em *L. synagris* (A), *R. aurorubens* (B) e *L. vivanus* (C) durante seu ciclo reprodutivo Litoral Norte da Bahia, Junho de 2008 a Maio de 2009)..... 182
- Figura 51: Intensidade de atresia versus comprimento total e peso na população amostrada de *L. synagris* (A, B), *R. aurorubens* (C, D) e *L. vivanus* (E, F) (Litoral Norte da Bahia, junho de 2008 a maio de 2009) 183
- Figura 52: Relação entre o número de ovócitos em crescimento secundário (NDO) frente ao índice gonadosomático (GSI), fator de condição, peso e comprimento *L. synagris* (acima), *R. aurorubens* (centro) e *L. vivanus* (inferior) durante seu ciclo reprodutivo (Litoral Norte da Bahia, junho de 2008 a maio de 2009) 187
- Figura 53: Relação entre o número relativo de ovócitos em crescimento secundário (NDO_r) frente ao índice gonadosomático(GSI), fator de condição, comprimento e peso em *L. synagris* (superior), *R. aurorubens* (centro) e *L. vivanus* (inferior) durante seu ciclo reprodutivo (Litoral Norte da Bahia, junho de 2008 a maio de 2009)..... 188

Figura 54: Variação do número de ovos hidratados (<i>Bf</i>) em <i>L. vivanus</i> segundo as variáveis sazonais mês, lua (acima), estações segundo o ritmo das chuvas e estações naturais (abaixo)	192
Figura 55: Variação do número de ovos hidratados (<i>BfRel</i>) em <i>L. vivanus</i> segundo as variáveis sazonais mês, lua (acima), estações segundo o ritmo das chuvas e estações naturais (abaixo)	192
Figura 56: Relação entre o número de ovos hidratados (<i>Bf</i>) frente ao comprimento total, peso eviscerado, índice gonadossomático e diâmetro, peso e comprimento <i>L. synagris</i> (acima), <i>R. aurorubens</i> (centro) e <i>L. vivanus</i> (inferior) durante seu ciclo reprodutivo (Litoral Norte da <i>Bahia</i> , junho de 2008 a maio de 2009)	195
Figura 57: Relação entre o número relativo de ovos hidratados (<i>BfRel</i>) frente comprimento, peso, ao índice gonadossomático e diâmetros dos ovócitos em <i>L. synagris</i> (acima), <i>R. aurorubens</i> (centro) e <i>L. vivanus</i> (inferior) durante seu ciclo reprodutivo (Litoral Norte da <i>Bahia</i> , junho de 2008 a maio de 2009)	196
Figura 58: Histograma de distribuição de frequência dos diâmetros dos ovócitos hidratados de <i>L. synagris</i> (A), <i>R. aurorubens</i> (B) e <i>L. vivanus</i> (C)	197
Figura 59: Variação do diâmetro dos ovos hidratados de <i>L. synagris</i> de acordo com as variáveis sazonais mês, lua (acima), estações naturais e estação segundo o ritmo das chuvas (abaixo)	199
Figura 60: Variação do número relativo de ovos hidratados (<i>EP</i>) em <i>L. vivanus</i> segundo as variáveis sazonais mês e lua (acima), estações segundo o ritmo das chuvas e estações naturais (abaixo)	202
Figura 61: Escalas espaciais de movimento associadas com a migração de espécies que agregam para a posta (Fonte: (Nemeth, 2012))	210
Figura 62: Registro da posta em uma agregação de <i>L. cyanopterus</i> , Belize, America Central (foto gentilmente cedida por © Doug Perrine/SeaPics.com)	262
Figura 63: Registro da migração para a posta em um agregação de <i>Symphorichthys spilurus</i> , Palau, Pacífico (foto gentilmente cedida por © Jiro Sakaue/School of Marine Bio-Life Sciences, Kitasato University)	262
Figura 64: Fêmea, colorida e prateada, seguida por vários machos coloridos e escuros migrando ao sítio de posta (<i>S. spilurus</i>)	263

Figura 65: Posta: a distância entre a zona de pré posta e desova é de 1,5 km, Palau, Pacífico (<i>S. spilurus</i>)	263
Figura 69: Distribuição da frequência de comprimentos para as espécies <i>B. vetula</i> , <i>O. chrysurus</i> , <i>M. plumieri</i> , <i>L. vivanus</i> e <i>R. aurorubens</i> em dois períodos distintos: dezembro de 1998 a dezembro de 2000 e junho de 2008 a maio de 2009 no Litoral Norte da Bahia	269
Figura 70: Área de atracamento dos barcos em um estuário de Poças, Conde, Litoral Norte da Bahia (Foto: ©Projeto Dinâmica Populacional de Teleostei no Litoral Norte da Bahia).....	271
Figura 71: Restos da embarcação naufragada durante o retorno de uma operação de pesca, março de 2009, Litoral Norte da Bahia (Foto: ©Projeto Dinâmica Populacional de Teleostei no Litoral Norte da Bahia)	271
Figura 72: Resgate da embarcação utilizada durante uma operação de pesca. Poças, Conde, Litoral Norte da Bahia (Foto: IraSanta, ©Projeto Dinâmica Populacional de Teleostei no Litoral Norte da Bahia), após uma averia em alto mar	272
Figura 73: Carregamento de gelo, pré-embarque. Poças, Conde, Litoral Norte da Bahia (Foto: IraSanta, ©Projeto Dinâmica Populacional de Teleostei no Litoral Norte da Bahia)	272
Figura 74: Carregamento de água, pré-embarque. Poças, Conde, Litoral Norte da Bahia (Foto: IraSanta, ©Projeto Dinâmica Populacional de Teleostei no Litoral Norte da Bahia)	272
Figura 75: Acondicionamento do pescado em alto mar. Poças, Conde, Litoral Norte da Bahia (Foto: ©Projeto Dinâmica Populacional de Teleostei no Litoral Norte da Bahia)	272
Figura 76: Desembarque do pescado. Poças, Conde, Litoral Norte da Bahia (Foto: ©Projeto Dinâmica Populacional de Teleostei no Litoral Norte da Bahia)	273
Figura 77: Translado do pescado em dias de maré alta através do estuário. Poças, Conde, Litoral Norte da Bahia (Foto: ©Projeto Dinâmica Populacional de Teleostei no Litoral Norte da Bahia).....	273

Figura 78: Desembarque do pescado em dias de maré alta às margens do manguezal.

Poças, Conde, Litoral Norte da Bahia (Foto: ©Projeto Dinâmica Populacional de Teleostei no Litoral Norte da Bahia)273

Figura 79: Ponto de processamento e venda do pescado. Poças, Conde, Litoral Norte da

Bahia (Foto: ©Projeto Dinâmica Populacional de Teleostei no Litoral Norte da Bahia).....273

Prefácio

Esta tese de doutorado traduz a finalização do meu processo de qualificação em Biologia Marinha com ênfase a Gestão de Pescarias Artesanais, do qual fui responsável desde a elaboração do desenho amostral das coletas de campo, coordenação das equipes de terra e mar, campanha a campanha, garantindo a qualidade dos dados apresentados.

As amostras provieram do Nordeste Brasileiro (Licenças SISBIO de coleta de material biológico: 10714/1 e 10714/2; Licença CITES de exportação de gônadas e otólitos: 111.089/2009) e foram processadas pela equipe técnica do Laboratório de Ecología Pesquera del Instituto de Investigaciones Marinas de Vigo (IIM-CSIC) e analisadas por mim neste mesmo Laboratório, além de outras em três diferentes institutos de pesquisa onde estagiei: no Instituto Español de Oceanografía de Vigo, Espanha, Laboratório de Biologia Pesqueira da Universidade de Lisboa, Portugal e no Florida Fish and Wild Life Conservation Commission, Saint Petesburg, Estados Unidos.

A determinação taxonômica das espécies foi realizada por mim no Laboratório de Recursos do Mar e Águas Continentais (LABMARH), Campus II, da Universidade do Estado da Bahia, Brasil, onde o material testemunho está depositado. As análises estatísticas foram realizadas em colaboração com o Departamento de Estadística e Investigación Operativa de la Universidad de Vigo.

Dividida em três etapas descritivas e analíticas, esta tese gerou publicações científicas as quais, ou estão no prelo, foram aceitos ou em preparação para submissão em periódicos internacionais ou para compor livros temáticos, todas liderados por mim com a colaboração inequívoca e imprescindível dos coautores.

De Santana, I., Nogueira, E.M.S., Saborido-Rey, F. (prelo). Riqueza e Diversidade da Ictiofauna Explorada pela Pesca Artesanal na APA Litoral Norte, Bahia, Brasil. In Nunes, J.M.C. & Mattos, M.R.B. (orgs). Litoral Norte da Bahia: caracterização ambiental, biodiversidade e conservação. EDUNEB.

De Santana, I., Nogueira, E.M.S., Saborido-Rey, F. (aceito). Una Unidad de Manejo para la Conservación de la Pesca en Arrecifes en el Litoral Norte de Bahía, Brasil.

De Santana, I., Nogueira, E.M.S., Luaces, R., Saborido-Rey, F. (em preparação). Reproductive ecology of lane snapper in the Northern Coast of Bahia, Brazil.

De Santana, I., Nogueira, E.M.S., Luaces, R., Saborido-Rey, F. (em preparação). Reproductive ecology and first report of batch fecundity of silk snapper in the Northern Coast of Bahia, Brazil.

De Santana, I., Nogueira, E.M.S., Luaces, R., Saborido-Rey, F. (em preparação). Reproductive ecology of vermillion snapper in the Northern Coast of Bahia, Brazil.

De Santana, I., Nogueira, E.M.S., Saborido-Rey, F. (em preparação). An evaluation of the artisanal fisheries based on reproductive biology of Lutjanidae in the Northern Coast of Bahia, Brazil.

Resumo

Os peixes vermelhos, Lutjanidae, são o grupo mais importante de peixes recifais capturados pela frota artesanal na costa nordeste do Brasil. Este longo grupo de peixes demersais começaram a ser explorados massivamente durante as décadas de 50 e 60, com o objetivo de diversificar a decadente pesca de atuns e lagosta. Aqui, eu forneci ideias sobre a ecologia reprodutiva do *ariacó* (*Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758)), o paramirim (*Rhomboplites aurorubens*, (Cuvier, 1829)) e o *vermelho* do olho amarelo (*Lutjanus vivanus*, (Cuvier, 1828)), três das principais espécies alvo da família Lutjanidae na costa norte do estado da Bahia, Brasil e os impactos da pesca artesanal sobre estas espécies. Primeiro, eu descrevi alguns parâmetros populacionais, como a proporção sexual (SR), a relação peso-comprimento (WRL), o fator de condição (K) e padrões de distribuição espacial na área de amostragem. Eu encontrei que a proporção sexual esteve desviada a fêmeas em *L. synagris* e para machos nas demais espécies em comprimentos maiores que 30 cm e que a distribuição da proporção sexual indica segregação sexual no gênero *Lutjanus* e aleatória em *Rhomboplites*, um primeiro sinal de agregação para a posta. Quando eu examinei a relação peso-comprimento, populacionalmente e para todas as espécies, eu encontrei uma relação alométrica negativa, que significa que indivíduos pequenos tem diferentes condições que os grandes e que primeiro o investimento é em crescer que aumentar em peso. Também, eu encontrei que o fator de condição foi o principal fator de agregação na área de amostragem. Depois disto, eu descrevi a ecologia reprodutiva das fêmeas baseando-me em modernos protocolos de histologia e análise de imagem. Em particular, busquei prever os impactos da pesca sobre a população de fêmeas maduras e conhecer, não somente o potencial reprodutivo e a temporalidade reprodutiva das espécies, mas também gerar informação aplicável e viável para o manejo dos recursos.

A escala ciclo de vida de temporalidade foi estimada com base na idade de primeira maturação (*R. aurorubens* 16 cm, *Lutjanus* 18 cm) e a escala anual foi descrita usando-se o índice gonadosomático (GSI) e histologia. A prevalência de fêmeas em capacidade de posta e os valores do GSI indicaram que a época de posta destas espécies é longa, indo de agosto a abril em *Lutjanus* e de outubro a abril em *Rhomboplites*. Comparações com metodologia de dados morfológicos e histológicos foram realizadas, as quais

indicaram que o primeiro tipo de dado não foi capaz de descrever o ciclo reprodutivo dos vermelhos.

Para *L. vivanus*, foi necessário o uso de uma validação adicional através do uso da distribuição de frequência do diâmetro dos ovócitos em vitelogênese, do número de ovócitos em desenvolvimento secundário (NDO) e do número relativo de ovócitos em desenvolvimento secundário (NDO_r), porque o uso das fases de desenvolvimento gonadal não foi aplicável, posto que cada mês esteve composto por mais de 50% de fêmeas na fase capaz de pôr.

Histologicamente, as gônadas de Lutjanidae demonstraram os diferentes estágios de desenvolvimento gonadal encontrados em espécies de desova pelágica, incluindo núcleos migratórios, coalescência e hidratação. Três estágios de folículos pós-ovulatórios (recente, intermediários e antigos) e dois estágios de atresia (alpha e beta) foram bem diferenciados, ademais de estruturas císticas de folículos hidratados, nematódeos e cestódeo.

Na escala intrasazonal, eu encontrei que a fração de posta foi de 0,18 (*L. vivanus*, com intervalo de posta de 4,6 dias) a 0,27 (*L. synagris* e *R. aurorubens* e *L. synagris*, com intervalo de posta de 3,4 dias), o equivalente a um período de posta individual de aproximadamente dois meses. A estratégia de recrutamento para a posta foi apresentada por primeira vez para a assembleia: assincrônica no começo da estação reprodutiva (*L. synagris* e *R. aurorubens*) e sincrônica durante o período de posta para todas as espécies.

O tipo de fecundidade foi determinada por estereologia. Os resultados demonstraram que estas espécies são desovantes por lote de fecundidade indeterminada que apresentam desenvolvimento ovariano assincrônico. A principal influência maternal sobre a produção de ovos foram o comprimento e o peso, indicando que fêmeas maiores e em melhor condição são as mais fecundas e, que os principais fatores sazonais relacionados com a fecundidade foram as fases da lua e as estações segundo o ritmo das chuvas. A fecundidade anual da assembleia esteve entre 1 a 19 milhões de ovos (*L. synagris* e *R. aurorubens*) e de 34 a 55 milhões de ovos hidratados, o que define estas espécies como altamente fecundas. No entanto, é importante salientar que este fato, por se, não garante resiliência contra a exploração.

No Brasil, somente uma espécie da família Lutjanidae (*L. purpureus*) tem uma política de proteção e, atentando aos meus resultados, medidas de gestão para as estudadas no Litoral Norte da Bahia são fornecidas. Como encontrei que os picos de postas de Lutjanidae coincidem com os picos das águas mais quentes no nordeste brasileiro e, portanto, mais ricas e em melhores condições ao assentamento das larvas, eu indiquei que a melhor alternativa para este recurso deveria ser a delimitação de períodos de defeso biológico.

Finalmente, eu também considerei que o esforço temporal e geográfico feito pela embarcação padrão utilizada para as amostragens neste trabalho, seguiu um modelo que variou muito pouco e está fundamentada no conhecimento ecológico tradicional dos pescadores, e, portanto, os resultados deste trabalho, juntamente com o conhecimento dos pescadores deveriam ser integrados para definir as estações de defeso, com o intuito de proteger diferentes fases de capacidade de posta e de condição das fêmeas.

Abstract

The snappers, Lutjanidae, are the most important group of reef fishes caught by the artisanal fleet in the northeast coast of Brazil. These long-live and demersal fishes began to be most exploited during the 50s and 60s in order to diversify the decreasing lobster and tuna fisheries. Here, I provide new insights upon the reproductive ecology of specifically on lane snapper (*Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758)), vermillion snapper (*Rhomboplites aurorubens*, (Cuvier, 1829)) and silk snapper (*Lutjanus vivanus*, (Cuvier, 1828)), three of the 10 target species of Lutjanidae family in the northern coast of Bahia and the impacts of artisanal fisheries. First, I described some population parameters, such as sex ratio (SR), length-weight (WRL), condition factor (K) and spatial distribution in the sample area. I found that the sex ratio was skewed to female in lane snapper and to male in the other species in length greater than 30 cm. I also found sexual segregation in the *Lutjanus* genus, a first signal of transitory spawning aggregation strategy. In the *Rhomboplites* genus, I do not found differences in your special distribution, a evidence of resident spawning aggregation strategy. Then I examined the length-weight relationship, I found a negative allometric population relationship, indicating that small individuals had different conditions than larger ones, suggesting invest in the increasing in size than weight. Also, I found that the condition factor was the principal factor of aggregation in the sample area. After this, I described the reproductive female ecology of these three species, through a comprehensive assessment of their temporality and reproductive strategies, based on modern histology protocols and image analysis. In particular, I sought to predict the impacts of fishing on this assemblage and describe not only their reproductive potential and reproductive temporality, but generate information applicable and viable to resource management.

The lifetime scale of temporality was estimated with the length at 50% maturity (vermillion snapper 16 cm, lane and silk snapper: 18 cm) and the annual scale was described using the gonadosomatic index (GSI) and histological methods. The prevalence of spawning capable females and the GSI values indicate that these species have a protracted spawning season that span from August to April (*Lutjanus*) and October to April (*Rhomboplites*). Comparisons with morphological methods were made

and indicated that this method was not accurate to describe the reproductive cycle of these species.

To describe the annual cycle of the silk snapper, was needed a validation run through the annual frequency distribution the diameter of oocytes in vitellogenesis and the number of oocytes in development (NDO) and the relative number of oocytes in development (NDO_r), because the use of the phases of gonadal development was not applicable, for each month were composed of 50% or more females in spawning capable phase.

Histologically, the gonads of Lutjanidae showed all the different stages of oocyte development found in pelagic spawning species, including migratory nucleis, coalescence and hydration. Three stages of post-ovulatory follicles (recent, intermediate and old) and two stages of atresia (alpha and beta) were well differentiated, and cystic structures of hydrated follicles, nematodes and cestodes parasites were found.

In the intrasazonal scale, I found that the mean spawning fraction ranged from 0,18 (silk snapper, with a batch interval of 4,6 days) to 0,27 (lane and vermillion snapper, with a batch interval of 3,4 days). This is approximately equivalent to a individual spawning time of two months. The recruitment strategy during the spawning period was presented for the first time: asynchronous at the beginning of the reproductive station (lane and vermillion snapper) and synchronous during the spawning period (assemblage).

The type of fecundity was determined by stereological analyses. The results showed that these species are batch spawners with indeterminate fecundity that presents asynchronous oocyte development. The principal maternal influences in the egg production were length and weight, indicating that females with better condition to produce more eggs. Moreover, the principal temporal relationship with the fecundity were moon phases and season according to the rhythm of the rain.

The annual fecundity of the assemblage was between 1 to 19 millions of eggs (lane and vermillion snapper) and from 34 to 55 millions of hydrated eggs, which defines this assemblage as high fecundity, but, this fact, *per se*, do not contribute to higher resilience against the exploitation.

In Brazil, the only single specie of Lutjanidae family (*L. purpureus*) has a policy of protection, and according to my results, management measures to the species study in

the North of the Bahia are discussed. I find that the annual distribution of spawning peak of Lutjanidae coincides with the peaks warmest months in the Northeast coast of Brazil, as well as the most richest and best conditions for the larva assessment. Therefore, I propose the better management alternative of this resource should be the delimitation of biological rest periods.

Finally I also considered that the geographical and temporal effort made by the standard boat, follows a pattern, that varies very little and is based on the knowledge acquired over generations of fishermen. The result of this work together with the fishermen's knowledge should be integrated to define closed seasons in order to protect different stages of spawning capable phases and female condition, and the livelihoods of fishermen.

Capítulo 1: Introdução Geral

1.1 O Litoral Norte da Bahia: Contextualização Ambiental e Econômica da Área de Estudo

Dos 17 estados litorâneos brasileiros, 82% têm suas capitais costeiras (CIMA, 1991), sendo a Bahia o de maior cobertura marítima litorânea, perfazendo 1.118 km de costa (Bahia-Pesca, 1994), o que representa 15,09% dos 8.400 km de extensão de toda a costa brasileira (MMA, 1997). Dividido estratégica e geograficamente em cinco Costas de diferentes expressões e vocações de mercado, parte do litoral baiano está protegida por Unidades de Conservação, implantadas com o objetivo principal de desenvolver as atividades antrópicas de modo sustentável.

Estas Unidades são, em sua maioria, do tipo Área de Proteção Ambiental (APA), caracterizadas por serem de uso direto, que as qualifica para o desenvolvimento da população local, conservação ambiental e crescimento dos principais setores econômicos tradicionais de cada região onde é implantada. Atualmente o Litoral Norte da Bahia: APA do Mangue Seco, APA Litoral Norte e APA da Plataforma Continental do Litoral Norte.

A Área de Proteção Ambiental Litoral Norte (APA/LN) estende-se por cerca de 200 km ao norte da Bahia, entre os municípios de Mata de São João e de Jandaíra (Bahia-Pesca, 1994). Foi criada pelo decreto 1.046/92, com a finalidade de resguardar os recursos naturais, através da ordenação dos usos e ocupação do solo, em função do plano de fortalecimento do turismo, que teve impulso com a construção da Linha Verde em 1992 (MAY & Pastuk, 1996), uma malha rodoviária que interligou toda a zona costeira norte, desde a capital do estado, a cidade de Salvador, até a zona fronteira litorânea com o estado de Sergipe.

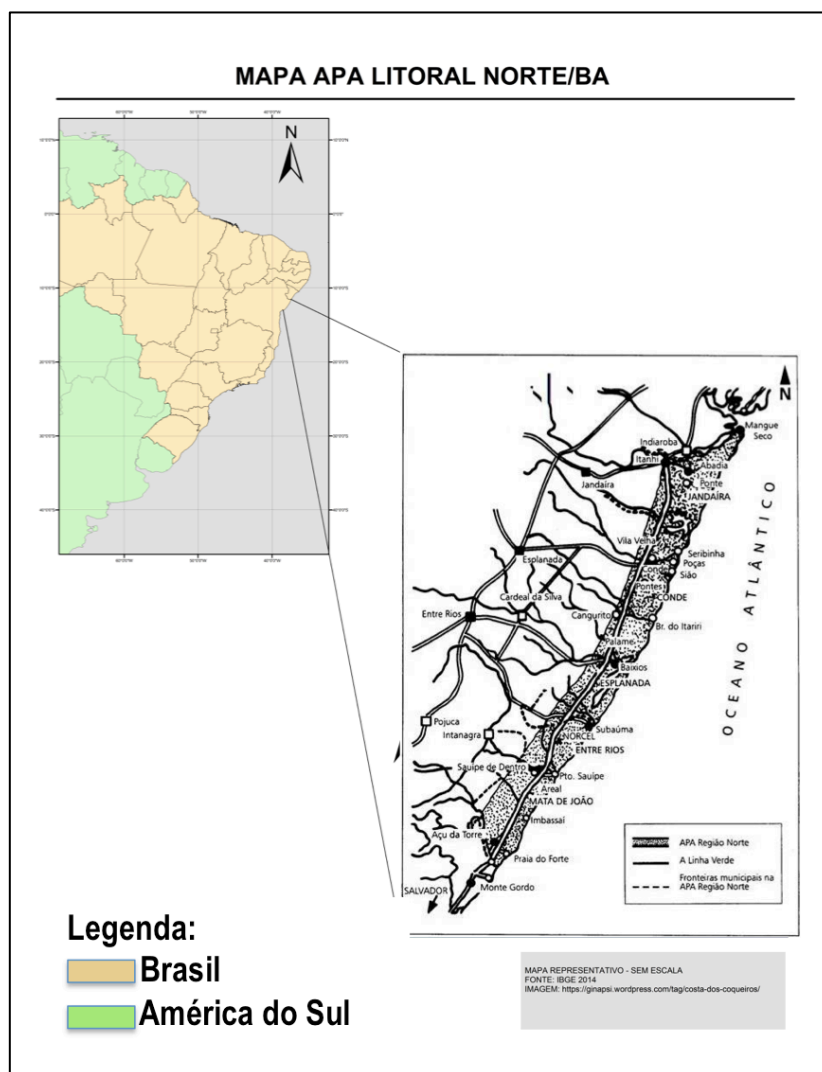


Figura 1: Mapa da área de estudo

Este fato trouxe a necessidade da elaboração de um plano de manejo para resguardar os recursos ambientais, ordenando o uso e ocupação do solo aprovado em 1995 (SEIA, 2008). Em 2003, através do decreto 8.553/03, foi criada a APA da Plataforma Continental do Litoral Norte que inclui a APA/LN e o litoral da região metropolitana de Salvador, objetivando, entre outras questões, combater a pesca predatória pelo incentivo ao uso de técnicas adequadas à atividade pesqueira, promover o desenvolvimento de atividades econômicas compatíveis com o limite aceitável de câmbio do ecossistema e buscar uma melhoria constante da qualidade de vida das comunidades que usufruem da área.

Os municípios que compõe o litoral norte baiano estão inseridos no domínio da Mata Atlântica, que se caracteriza por uma formação arbórea densa, úmida, sempre verde, estratificada, com dossel contínuo, além dos seus ecossistemas associados: restingas,

manguezais e charcos (Nilson Jesus, comunicação pessoal) e o modo de ocupação preponderante desta região reflete o contexto geral dos ecossistemas costeiros no país que se caracterizam pelo rompimento de processos ecológicos, contribuindo para a degradação de ecossistemas, para a redução da diversidade genética e para a inviabilização do aproveitamento sustentado dos recursos ambientais (CIMA, 1991).

A área territorial dos municípios exclusivamente litorâneos sempre está composta por um centro urbano distanciado da costa, associadas à vilas litorâneas e as vilas interiores, clavadas em ambientes de restinga. O centro urbano, apesar dos fluxos comerciais com outras localidades baianas, vive prioritariamente dos produtos e serviços extraídos da Mata Atlântica, das restingas, dos recursos pesqueiros e da atividade agropecuária.

A maioria das vilas interiores ou ribeirinhas, está fincada em ambientes de restingas, próximas a braços de rios e de charcos e tem sua sobrevivência e economia baseadas também nos extrativismo tradicional das restingas, brejos e dos remanescentes da Mata Atlântica, e em alguns casos, dos produtos da agricultura familiar.

As vilas litorâneas ou pesqueiras, área de interesse desta investigação, a exemplo de Diego, Siribinha e Poças, vivem prioritariamente da pesca. São margeadas a oeste pelo estuário e manguezais, e a leste pelo Oceano Atlântico. Constituem-se como os locais de maior adensamento populacional sazonal, em função da forte atividade turística.

A despeito da organização tradicional, que as fazem reproduzir-se social e culturalmente (Diegues, 1983), muitas vezes as vilas litorâneas estão organizadas em sistemas de Associação, que, por definição, é uma entidade jurídica de direito privado, sem fins lucrativos, que objetiva a defesa e promoção dos interesses das pessoas físicas e/ou jurídicas que as constituem (SEBRAE, 2008).

As Colônias de Pesca são outra forma de organização social-laboral. Inicialmente criadas pelo Estado Brasileiro, constituídas exclusivamente por pescadores do sexo masculino, logo após a primeira Guerra Mundial, eram controladas pela Marinha de Guerra com o objetivo de aumentar o espectro de defesa da costa brasileira (Silva, 2001).

Ainda segundo Silva, com a promulgação da Constituição Brasileira em 1988, os pescadores artesanais foram equiparados aos sindicatos dos trabalhadores rurais e com isto ganharam direitos sociais, como seguro desemprego em época de defeso e direito de aposentadoria por tempo de contribuição à Colônia. Na atualidade, as Colônias de Pesca são constituídas também por mulheres, principalmente marisqueiras.

E é neste contexto que está a pesca artesanal e de subsistência, principal fonte de geração de renda para as comunidades tradicionais das vilas da APA/LN (De Santana, 1999), fio condutor às reflexões sobre a necessidade de se trabalhar sobre estratégias de manejo e conservação dos ecossistemas litorâneos e em consequência das populações que diretamente vivem dela.

1.1.1 A Pesca Artesanal no Litoral Norte da Bahia

Nas últimas décadas, principalmente nos 10 primeiros anos deste século, a pesca artesanal começou a receber especial atenção dos investigadores e organismos internacionais, talvez por três razões: 1) Pelo fato de que atualmente, cada vez há mais investigadores e gestores destinados a mudar o discurso tradicional de que a pesca artesanal é um setor marginalizado conduzido por pessoas marginalizadas (Santamaría-Miranda *et al.*, 2003; Chuenpagdee *et al.*, 2006); 2) Pela assunção da pesca artesanal ser provedora de 25 % a 33% das capturas de frutos do mar e peixes, destinados apenas ao consumo humano, entre o total mundial das capturas (Schorr, 2005) e 3) Pelos fortes indicativos de que a pesca em pequena escala pode ser o futuro da pesca em uma economia mundial moldada pelo alto custo dos combustíveis por tonelada de produto (2 a 5 toneladas de peixes/tonelada de combustível em pescarias de larga escala para 10 a 20 toneladas de peixes/toneladas de combustível em pescarias de pequena escala (Berkers *et al.*, 2001).

A definição usada neste trabalho para pesca artesanal é a descrita por (Chuenpagdee *et al.*, 2006), a qual é o resultado de uma compilação dos diferentes critérios usados em 140 países de tradição marítima nos trópicos. Estes autores assumem que as pescarias em pequena escala (PPEs) ocorrem dentro dos sistemas costeiros, ao longo da plataforma continental e dista da linha de costa aproximadamente até 50 km ou 200 m de profundidade, o que primeiro ocorrer.

Ainda as caracterizam como limitadas em termos de quão distante da costa podem operar e restritas às águas e recursos da plataforma continental, exceto em aquelas áreas

onde a plataforma continental é muito estreita (por exemplo ilhas oceânicas) e os limites ultrapassam o borde do talude continental.

Estruturalmente, a pesca artesanal no LN/BA, se caracteriza por:

1. Barcos de pequeno tamanho: entre 5 a 10 metros de comprimento,
2. Tonelagem bruta registrada: de duzentos quilos a 5 toneladas,
3. Número de pescadores por embarcação: 1 a 6,
4. Artes de pesca: a mais utilizada é linha de mão, principalmente em ambientes recifais,
5. Dias de pesca: 1 a 5,
6. Participação familiar desde a pesca a em todo o processo de comercialização do produto,
7. Movimento das marés como controlador de embarque e desembarque e
8. Multiespecificidade de espécies desembarcadas, estas três últimas, talvez as mais importantes características deste tipo de pescaria

O conhecimento que se tem sobre as pescarias artesanais no litoral baiano, são oriundos das ciências sociais, significativamente pela Sociologia e Antropologia, quem descreveu a importância desta atividade e das pessoas que a desenvolviam. Embora com informação biológica restrita, este tipo de pesquisa foi importante, em parte, ao direcionamento dos poucos investimentos, nesta atividade produtiva, bem como na aceitação do valor sociocultural das comunidades tradicionais no desenvolvimento e conservação ambiental.

Este auxílio foi melhorado na década de 90 pela Etnobiologia com o aporte de informações mais sistematizadas sobre o conhecimento tradicional ecológico, sobre a biodiversidade, biologia, comportamento e taxonomia, a exemplo dos trabalhos de Cordell (1974), Diegues (1983a), Marques (2001) e Mourão (2000).

A Etnobiologia também descreveu a importância do conhecimento dos pescadores desta região como altamente refinado, pelo seu acúmulo através dos séculos (Cordell, 1983) e também, que deveria ser incluído em estudos de impacto ambiental, manejo e de monitoramento de recursos pesqueiros de valor econômico (Costa-Neto e Marques

(2000), (De Santana (2001a)), atentando-se à premissa de Jentoft (2000), quem argumenta que “*estoques pesqueiros viáveis requerem comunidades pesqueiras viáveis*”.

1.1.2 O Papel da Família Lutjanidae na Pesca em Ambientes Recifais no Litoral Norte da Bahia

Ao longo de alguns anos de estudos nesta região, registraram-se cerca de 156 espécies de peixes, a maioria explorada em ambientes recifais, no entanto, apenas cerca de 10% são alvo do mercado comercial (dados pessoais). Além dos carangídeos (olhos de boi), serranídeos (badejos, garoupas e meros) e escombrídeos (cavalas), encontramos os lutjanídeos (vermelhos), o grupo de peixes mais explorado nesta zona.

Os Lutjanidae pertencem à ordem Perciformes, a maior dos peixes com nadadeiras raiadas. A família está subdividida em quatro subfamílias: Paradicichthyinae, Etelinae, Apsilinae e Lutjaninae, esta última com mais de 50% de todas as espécies descritas (Nelson, 1994; Allen, 1985).

São especialmente comuns nos mares e estuários tropicais e subtropicais, mas também inclui um pequeno número de subfamílias de água doce (Nelson, 1994). Em 1985, Allen publicou um manual de identificação para Lutjanidae, registrando 103 espécies distribuídas por 17 gêneros e desde então este número está a crescer com a descrição de novas espécies ao longo de todo o mundo (Randall, 1987; Y. *et al.*, 1993; Allen, 1995; Moura & Lindeman, 2007a).

Os lutjanídeos englobam peixes predadores de topo, de grande importância comercial (Anderson, 1987) associados em sua maioria, a ambientes recifais, em profundidades superiores a 100 m (Randall, 1995). Se caracterizam por suas preferências alimentares piscívoras, por serem especialistas em relação ao habitat (Manooch & Ralston, 1987; Martínez-Andrade, 2003) e por possuírem hábitos intraespecíficos gregários, com migrações extensas para seleção de áreas reprodutivas distantes dos centros de alimentação (Allen, 1985; Thresher, 1994).

Altamente estimados como alimento, os lutjanídeos compõem frequentemente grande parte das capturas dentro do seu gradiente de distribuição (Fischer & Bianchi, 1984), estando entre os principais recursos explorados pela pesca em ambientes recifais (Dalzell, 1996) a nível mundial.

Seu comportamento gregário, em forma de grandes e volumosos cardumes, ecologicamente evoluído para diminuir a predação (Valdés-Muñoz & Mocheke, 2001) e potencializar o sucesso reprodutivo (Domeier & Colin, 1997; Claydon, 2004). As baixas taxas de crescimento (Newman *et al.*, 1996; Newman *et al.*, 2000; Rezende & Ferreira, 2004; Rezende *et al.*, 2003), recrutamento e mortalidade natural, combinando com uma longa estação reprodutiva (Freitas *et al.*, 2011a; Brulé *et al.*, 2010) e este comportamento gregário, fazem dos lutjanídeos naturalmente sensíveis a sobreexploração.

No Nordeste brasileiro, 11,5% da ictiofauna recifal capturada pertence a este grupo, caracterizando-o como o mais importante recurso para a pesca artesanal da região (ESTATPESCA, 2000; Santos, 2001). Especificamente no Estado da Bahia, Lutjanidae atinge 38% da biomassa total capturada (Machado, 2003).

Sua exploração no Nordeste do Brasil, principal região de desembarque deste grupo, data da década de 50 e 60 com a introdução das linhas pargueiras¹ pelos portugueses com o propósito de diversificar a pesca atuneira e lagosteira que já se encontrava em declínio naquela época (Rezende *et al.*, 2003).

Como estoque “virgem”, (Rezende, op. cit.), o início da exploração foi produtiva, chegando a um intervalo de captura por zona de exploração de 500 (Bahia) a 4000 toneladas (Ceará). No final da década de 70 os estoques começaram a declinar, com capturas entre 100 e 300 toneladas chegando a extinguir-se comercialmente no estado de Pernambuco (Fonteles-Filho, *et al.*, 1987, Rezende *et al.* (2003)).

Especificamente na Bahia, o registro dos dados da pesca de lutjanídeos começa no final da década de 70, com uma produção de cerca de 2000 toneladas com oscilações

¹Linhas pargueiras, arte de pesca que consiste numa linha dotada em média de três anzóis, dispostos em sequência na linha principal de cerca de 1,5m de comprimento, que é unida através de um forte girador à linha da carretilha ou do molinete, na qual, em sua extremidade inferior, está o peso de chumbo para descer o equipamento ao fundo. Assim eram chamadas porque tinham o objetivo de explorar os pargos, nome genérico para as espécies de Lutjanidae e especialmente a espécie *Lutjanus purpureus* e vulgarmente conhecida como pargo

interanuais com declínio para cerca de 800 toneladas até o início dos anos 90, a partir de quando a estatística pesqueira produz dados intermitentes até a década de 2000 (Rezende, *et al.*, 2003). Entre 2000 a 2006, a estatística do estado indica um franco declínio das capturas (Brasil, 2000, 2002, 2004, 2005 e 2006).

Apesar do crescente esforço para ampliar a estatística pesqueira na região, deve-se destacar a necessidade de que as mesmas sejam confiáveis. No Brasil, a história da coleta de dados pesqueiros foi escrita por três instituições governamentais entre o período de 1967 a 2000: SUDEPE, IBGE, IBAMA.

Os principais problemas que a estatística pesqueira nacional apresenta são a descontinuidade da coleta, a confiabilidade dos dados, a falta de padronização e correspondência entre os estados, quanto aos nomes das categorias de pescados e as espécies equivalentes, bem como a falta de padronização na metodologia de cálculos entre os estados e o tratamento dos dados de forma multiespecífica (Marrul-Filho, 2003).

Na atualidade, o cenário da pesca dos lutjanídeos está caracterizado por problemas na estimativa, tendência decrescente e pelo grave estado de sobreexploração (Diedhiou, 2000; Rezende *et al.*, 2003; Frédou & Ferreira, 2005; Klippel *et al.*, 2005), o qual é bastante preocupante, em particular quando se considera que já desde a década de 80 este grupo foi definido como muito sensível à pesca (Polovina & Ralston, 1987) e que, desde 2000, especificamente para os gêneros *Etelis*, *Lutjanus* e *Rhomboplites*, foi sinalizada a necessidade de elaboração de protocolos gerenciais para prevenção da sobrepesca e colapso dos recursos (Coleman *et al.*, 2000; Klippel *et al.*, 2005).

Em ambientes recifais, via de regra a pesca é pontual, do tipo artesanal e multiespecífica com relação às espécies alvo e artes de pesca (Dalzell *et al.*, 1996), estando sua organização econômica baseada em relações verticais de hierarquia social que controlam fortemente os níveis de exploração dos recursos (Marques, 2001). Estas características refletem limitadas oportunidades para o desenvolvimento de metodologias comuns de manejo e, por outro lado, restringe o foco das investigações científicas a um número restrito de espécies (Howard Choat *et al.*, 2002).

Na atualidade, um aspecto-chave para subsidiar as estratégias de manejo de um recurso está no fato de se conseguir estimar características relevantes da história de vida de uma espécie, as quais sejam relevantes para o seu manejo (Chambers & Trippel, 1997a). Parâmetros biológicos como idade e crescimento, ciclo reprodutivo e

fecundidade, caracterizam-se como dados essenciais para a elaboração de protocolos para a gestão dos recursos pesqueiros.

Os peixes recifais vêm sendo estudados sob distintos aspectos da sua biologia, e estes têm servido como marco referencial nas discussões acerca da gestão pesqueira neste ecossistema. Destacam-se os trabalhos-síntese de Sale (2002) e Polunin & Roberts (1996), abordando aspectos da ecologia, dinâmica e diversidade, os de Choat & Robertson (2002) acerca da importância da validação de métodos de estudos baseados em idade e o de Thorrold & Hare (2002), no qual é enfatizada a contribuição que as pesquisas com otólitos têm trazido para a compreensão acerca da ecologia de peixes recifais.

Especificamente para Lutjanidae, modelagens com diferentes aspectos da história de vida das principais espécies capturadas no Atlântico Oeste foram realizadas por Martínez-Andrade (2003), e incluíam fatores de idade e crescimento, distribuição, ciclo reprodutivo e fecundidade. No Indo-Pacífico, idade, crescimento e mortalidade foram estimadas e validadas para 13 espécies de *Lutjanus* (Newman *et al.*, 1996; Cappo *et al.*, 2000). Para a província biogeográfica Caribenha, principalmente na Florida, Golfo do México e Venezuela, se concentraram esforços para descrever a biologia de *Ocyurus chrysurus* e *Rhomboplites aurorubens* (Cuellar *et al.*, 1996; Allman *et al.*, 2005).

Contando com 12 espécies válidas para o Atlântico Sul Ocidental (Moura & Lindeman, 2007a), 11 das quais com destacada importância socioeconômica, a família Lutjanidae, segue com informações biológicas extremamente limitadas (Martínez-Andrade, 2003). No Brasil, a maioria dos trabalhos desenvolvidos com esta família está voltada a aspectos de idade e crescimento baseados em dados de comprimento e a biologia reprodutiva é majoritariamente descrita com base a estádios macroscópicos de maturação gonadal, dentro da gama de estudos de ecologia reprodutiva e dinâmica populacional.

No nordeste brasileiro, as investigações sobre Lutjanidae focaram-se inicialmente em aspectos de produtividade, reprodução baseada em dados macroscópicos e crescimento fundamentados maiormente em dados de comprimento. As primeiras descrições síntese

sobre a pesca (espécies, produção e produtividade) podem ser encontrados como marcos históricos nos trabalhos de Paiva & Fonteles-Filho (1995), Calado-Neto et al.(1997), seguidos dos trabalhos de avaliação de estoque realizados por Diedhiou (2000), Costa et al. (2003), Rezende et al.(2003) e Klippel et al.(2005).

Informações sobre crescimento começam a proliferar a partir da década de 2000 (Rezende & Ferreira, 2004; Araújo *et al.*, 2002). Distribuição espaço-temporal e uso de habitat descritos por Machado (2003), De Nóbrega *et al.* (2009) e Frédou & Ferreira (2005). Dados sobre reprodução, maiormente baseada em análises macroscópicas através das contribuições iniciais de Calado-Neto et al.(1997) com a espécie *Ocyurus chrysurus* e informações sobre variação do índice gonadossomático, distribuição de frequência dos estágios de maturação e comprimento por estágio de maturação para *L. synagris*, *L. jocu*, *L. analis*, *O. chrysurus* e *L. vivanus* (Lessa *et al.*, 2004a).

Destaque deve ser dado às recentes publicações que tratam do conhecimento etnoecológico e das variações temporais da reprodução de lutjanídeos, os quais tem sido reivindicados como de importância como subsídios na inclusão das estratégias de manejo Caló *et al.* (2009), Silvano *et al.* (2006) e Begossi *et al.* (2011).

Aqui é importante sinalizar a grande quantidade de estudos classificados como “literatura gris” que informa, de uma maneira ou outra, sobre distintos aspectos da história de vida de Lutjanidae para a região nordeste do Brasil, mas que são de difícil acesso e obtenção.

Em ecossistemas recifais, tradicionalmente o estudo dos efeitos em cascata da pesca nas redes tróficas é uma das principais maneiras de se ilustrar em que nível a pesca pode estar rompendo com a estrutura biológica das espécies e predizer seus efeitos sobre a estrutura da comunidade (Pauly, 1998).

Do mesmo modo, o conhecimento do status reprodutivo é necessário para determinar os padrões de posta e as ogivas de maturação, fatores usadas na avaliação da condição de estoques pesqueiros e a condição reprodutiva dos progenitores (Murua & Saborido-Rey, 2003). Mesmo que o a importância de se conhecer as estratégias reprodutivas na gestão de pescarias seja inequívoco, pouca informação está disponível para os estoques de lutjanídeos e em toda a costa nordestina, apenas *L. purpureus*, possui protocolo de gestão, o qual foi está fundamentado em dados reprodutivos (INI MPA/MMA nº 7/2004, MMA, 2004).

Partindo das premissas sobre a pesca artesanal no Nordeste brasileiro e a importância de Lutjanidae, esta tese pretendeu investigar a temporalidade reprodutiva de três espécies desta família, principal recurso pesqueiro da região e, por conseguinte, do Litoral Norte da Bahia: *ariacó* (*Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758)), *paramirim* (*Rhomboplites aurorubens* (Cuvier, 1829)) e *vermelho-do-olho amarelo* (*Lutjanus vivanus* (Cuvier, 1828)), através de uma abrangente avaliação das estratégias reprodutivas com base aos modernos protocolos de histologia e análise de imagem.

Em particular, buscou prever os impactos da pesca sobre esta assembléia e daquelas associada diretamente à pesca de Lutjanidae e conhecer não somente o potencial e ecologia reprodutiva das espécies-objetivo, mas gerar informações que possam auxiliar a construção ou reformulação dos modelos tradicionais de gestão pesqueira, abrindo possibilidades de exploração do conceito de manejo adaptativo para o grupo em questão.

1.2 Estratégias Reprodutivas em Peixes Tropicais

Se os fatores que determinam a abundância de uma população, a estrutura de uma comunidade ou a função de um ecossistema são compreendidos, então uma população, comunidade ou ecossistema pode ser manejada (Allison, 1999).

Em termos populacionais, os elementos que estruturam uma população são quatro: 1) Densidade e distribuição de indivíduos no habitat; 2) Proporção de indivíduos em cada classe etária, a qual pode ser dada por idade ou tamanho; 3) Sistemas de acasalamento e 4) Variação genética. Neste tese, o interesse esteve dirigido ao sistema de acasalamento ou estratégias reprodutivas.

Segundo Vazzoler (1996), a estratégia, considerada como única, e a tática reprodutiva, o caráter variável de uma característica que compõem a estratégia envolvem diversidade fenotípica, anatômica, fisiológica, comportamental e energética específica. No entanto, variações ambientais e de relações intra e/ou interespecíficas, podem levar a mudanças circunstanciais ou permanentes na obtenção do sucesso reprodutivo. Deste modo a estratégia seria o padrão reprodutivo mostrado por uma espécie e tática reprodutiva a característica variável no padrão em resposta a flutuações

ambientais e é essencial no sucesso da geração ou coorte resultante de uma desova. Esta coorte compõe os novos indivíduos que serão recrutados para manutenção, ou não, de uma população.

A exploração dos recursos pesqueiros atravessa os séculos e nos primórdios do processo de avaliação do estado de exploração de um estoque se postula uma relação direta entre o rendimento da pescaria e a variação no recrutamento dos indivíduos que comporão a nova população. A detecção da relação entre a potência reprodutiva da população e o recrutamento resultante seria, neste caso, o coração da compreensão de como a população de peixes irá responder a perturbações como a pesca (Chambers & Trippel, 1997a), sendo a “Biologia Reprodutiva” uma das principais ferramentas usadas na descrição da saúde de um estoque do qual se deseja seguir explorando sustentavelmente.

Gulland (1971) defendia que o objetivo evidente da avaliação dos estoques era o de modificar a série de fatos que levassem ao declínio de um estoque comercial para estabiliza-lo em um nível economicamente viável e biologicamente sustentável. Na atualidade os cientistas ainda identificam o recrutamento como a maior força motriz na flutuação dos estoques (Jacobsen, 2009) e defendem que um dos objetivos básicos do manejo pesqueiro é conservar suficiente estoque reprodutor que permita uma exploração sustentável (Marshall *et al.*, 2003), constituindo o entendimento das estratégias reprodutivas de uma espécie uma das principais ferramentas de compreensão da “série de fatos” da qual falava Gulland (1971) em tão priscas eras.

Os peixes apresentam um variável repertório reprodutivo e de modos de alocação de tempo e recursos para a reprodução (Wootton, 1999), ou seja, sistema de acasalamento, dimorfismo sexual, passando por habitat e época de desova até questões mais complexas do ponto de vista científico, como as estratégias de recrutamento dos ovócitos que participarão no processo de posta e as de reaproveitamento da energia contida em um ovócito que não foi posto.

Valendo-se de uma atualização das estratégias reprodutivas fundamentadas em diferentes componentes do sistema de acasalamento em peixes marinhos apresentada por Murua & Saborido-Rey (2003), Houston *et al.* (2007) e (De Mitcheson *et al.*, 2008) o repertório reprodutivo pode ser resumido inicialmente como descrito na Tabela 1.

Tabela 1: Resumo das diferentes estratégias reprodutivas de acordo com o sistema de acasalamento pertinentes a este trabalho

SEXO		PERIODICIDADE REPRODUTIVA	
Gonocóricos: sexo é fixado antes da maturação sexual		Iteróparas: participam em mais de um evento reprodutivo	
Hermafroditas: sexo pode mudar depois da maturação sexual		Semélparas: possuem apenas uma estação reprodutiva e morrem ao final do processo.	
Protândrico: as gônadas desenvolvem células germinativas masculinas			
Protogínico: As gônadas desenvolvem células germinativas femininas			
Simultâneos: as gônadas podem produzir simultaneamente ambos tipos de células germinativas			
TIPO DE POSTA		SISTEMA DE ACASALAMENTO	
Desova por lotes: posta de ovos em vários lotes durante um período de tempo que pode durar de dias a muitos meses.		Promíscuos: ambos os sexos participam com vários parceiros durante a estação reprodutiva	
Desova total: os ovos são postos em um único evento em cada estação reprodutiva		Polígamos: machos possuem várias parceiras (poliginia) ou fêmeas possuem vários parceiros (poliandria)	
		Monogâmicos: formam-se casal de acasalamento durante a estação reprodutiva	
CARACTERÍSTICAS SEXUAIS		AGREGAÇÃO PARA A POSTA	
SEXUNDÁRIAS			
Dimorfismo sexual: há diferenciação dos caracteres sexuais secundários		Agregação transitória com migração para a área de posta	
Monomórficos: não há diferenciação dos caracteres sexuais externos entre os dois sexos		Agregação residente	
Dimorfismo temporário: os sexos se distinguem apenas durante a estação reprodutiva			
Permanente: a diferenciação ocorre depois do início da maturidade sexual			
DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO		INVERSÃO ENERGÉTICA À REPRODUÇÃO	
Ovíparos: embriões se desenvolvem fora do ovário, assim os ovos são liberados durante a posta.		Captadores contínuos de energia: refere-se a que a energia para a reprodução é alocado ao momento	
Vivíparos: neste caso os embriões se desenvolvem dentro do ovário e são liberados ainda em estado de embriões ou em estado de larva durante a posta		Armazenadores prévios de energia, descreve a situação em que a reprodução é financiada usando-se a energia armazenada anteriormente	

A questão mais marcante na dinâmica populacional de estoques de peixes marinhos está na existência de uma relação entre a abundância dos indivíduos que participam da posta e o número de recrutas produzidos (Hilborn & Walters, 1992b), ou seja, ovócitos e larvas viabilizados ao meio depois do processo de maturação do indivíduo.

A maturação de um indivíduo envolve a transição entre dois estágios qualitativamente diferentes onde um juvenil passa a ser adulto e se constitui como a mais importante parte da história de vida de uma espécie (Dieckmann & Heino, 2007). Estes adultos, em teoria, estarão aptos a participar no processo de manutenção da espécie.

Tratando de estratégias reprodutivas em peixes tropicais, Pauly (1998) teorizou que “peixes tropicais não são diferentes de outros peixes, uma vez que o que conta é o fato de que estes estão, não metaforicamente, mas literalmente em águas quentes”. Daí se deduz que a diferença reside na resposta fisiológica e nas estratégias comportamentais.

Um dos principais trabalhos sobre reprodução em peixes tropicais foi o escrito por Johannes (1998) que se intitulava “*Reproductive strategies of coastal marine fishes in the tropics*”. São 751 citações em Google Scholar, 220 em Springer Link e 292 em Microsoft Academic Source (03/03/2012).

O autor defendia que a síntese da informação etnobiológica, comportamental e fisiológica dos modelos de estratégias reprodutivas para zonas temperadas eram inaplicáveis a muitos peixes tropicais costeiros e que a diferença residia nas soluções fisiológicas e comportamentais destes organismos ao comportamento de posta, como duração e local, e a viabilização do transporte dos ovos e larvas pelágicas.

Entender quais são as estratégias e táticas reprodutivas que envolvem estas soluções, as quais, em biologia reprodutiva, são acessadas sumamente a nível gonadal nos possibilita entender o tipo (indeterminada e determinada) e a qualidade (tempo invertido na produção de ovos) deste recrutamento. Ademais, se constitui ponto de partida para compreender os principais fatores que contribuem ao número final de recrutas produzidos por uma população.

Para tanto, a biologia reprodutiva, como parte da dinâmica populacional de uma espécie, deveria ser descrita quanto ao desenvolvimento ovocitário ou oogênese, organização ovariana, padrão de posta, temporalidade reprodutiva e fecundidade.

Num sentido mais amplo, a oogênese é o processo em que as células germinativas primárias se transformam em óvulos e estão prontas para serem fertilizadas (Patiño & Sullivan, 2002). A célula germinativa feminina é chamada de oogonia e se prolifera por mitose para transformar-se em ovócitos primários (McMillan, 2007) envoltos por uma camada simples de células foliculares, formando o folículo primordial ((Tokarz, 1978), apud (McMillan, 2007). Este estágio caracteriza a primeira fase do crescimento ovocitário, chamado de *crescimento primário* e está dividido em duas fases na qual os indivíduos ainda são juvenis e não fazem parte do estoque reprodutor desovante.

Crescimento Primário (*sensu* Vazoller (1996))

- i. **Fase cromatina-nuclear:** São as células germinativas jovens; morfológicamente se destacam pela relação citoplasma-núcleo, onde o primeiro é proporcionalmente muito menor que o segundo (citoplasma escasso); núcleo arredondado, intensamente basófilo², geralmente com um nucléolo de posição central e agrupadas em ninhos inseridos na lamela ovígera.
- ii. **Fase perinuclear ou Estoque de Reserva:** as oogônias apresentam nucléolos numerosos e perinucleares e aumentam de tamanho. Citoplasma definido e mais basófilo, as células saem do agrupamento em ninho e formam as populações celulares que iniciarão a vitelogênese.

O *crescimento secundário* abriga as características celulares que sinalizam a passagem para a fase adulta, onde, portanto os indivíduos já fazem parte do estoque reprodutor e está composto por três fases.

Crescimento Secundário (*sensu* Lowerre-Barbierri, et al. (2011b))

- i. **Alvéolos corticais (AC):** o crescimento secundário começa com um estágio previtelogênico no qual os ovócitos aumentam em tamanho e a produção de RNA para preparar as organelas necessárias ao sequestro vitelogênico; o sequestro vitelogênico é a principal função deste estágio (Morrison, 1990). Inicia-se a fase de deposição de lipídios em gotas lipídicas e glicoproteínas,

² Assume a cor azul quando corado com H&E.

chamados de alvéolos corticais (Patiño & Sullivan, 2002). Estas duas características ocorrem apenas em fêmeas sexualmente maduras (Lowerre-Barbieri *et al.*, 2011b), ainda que nem todos os peixes apresentem esta última (Alonso-Fernández, 2011).

- ii. **Vitelogênese (Vit):** caracteriza um progressivo aumento celular através de subestágios de deposição crescente de uma glicofosfolipoproteína produzida pelo fígado denominada vitelogenina (Patiño & Sullivan, 2002) que os biólogos mais tranquilos simplificam chamando-a de “vitelo”. Está dividida em três subestágios: vitelogênese primária [Vit1], secundária [Vit2] e terciária [Vit3]) (Wright, 2007), que podem ser diferenciados pelo respectivo aumento da quantidade e/ou tamanho dos vacúolos lipídicos, ou do próprio vitelo (Lowerre-Barbieri *et al.*, 2011a) e por signos mais discretos como o aumento da espessura da parede do ovócito (Dominguéz-Petit, 2007).
- iii. **Maturação ovocitária (OM):** indica que a posta é iminente e inclui dois eventos associados ao núcleo:

- 1. Migração da vesícula germinal (GVM, do inglês *germinal vesicle migration*)
- 2. Coalescência da vesícula germinal (GVBD, , do inglês *germinal vesicle breakdown*). Em algumas espécies a migração pode ser precedida pela formação de uma grande gota lipídica ou coalescência lipídica, seguida de coalescência do vitelo e hidratação do ovócito.

Para maiores detalhes, Lowerre-Barbieri *et al.* (2011b) trazem uma das mais recentes revisões e clarificações sobre este tema, incluindo um resumo pontual dos aspectos hormonais que controlam a maturação. Patiño & Sullivan (2002) resumem questões fisiológicas e de nomenclatura, McMillan (2007) todo o processo morfofisiológico de diferenciação celular que envolve a formação dos folículos ovarianos. Jalabert (2005), compara reprodução e oogênese entre peixes e mamíferos, nos oferece uma outra perspectiva sobre o tema, pois os trabalhos em cativeiro tem bastante funcionalidade às aproximações histológicas.

O modo como os ovócitos são recrutados ou, a estratégia de recrutamento dos ovócitos define o tipo de organização do ovário (Murua & Saborido-Rey, 2003) e conseqüentemente o estágio de desenvolvimento gonadal ou de maturação gonadal em

que um indivíduo está. Segundo estes autores, a organização do ovário pode ser de três tipos.

Ovários sincrônicos: Onde todos os ovócitos se desenvolvem e ovulam ao mesmo tempo e não ocorre reposição dos estágios iniciais. Este mecanismo ocorre em espécies semélpas que põem e morrem após completarem o ciclo reprodutivo.

Ovários sincrônicos por grupo: São reconhecidos pelo menos duas populações de ovócitos em estágios diferentes. Uma de ovócitos maiores bastante sincrônicos, que serão postos na atual estação reprodutiva e outra de ovócitos de tamanho menor e mais variável que serão recrutados em futuras estações reprodutivas. São típicos de espécies iteróparas com curta estação reprodutiva e onde a acumulação vitelínica depende de reservas corporais.

Ovários assincrônicos: ovócitos em todos os estágios de desenvolvimento estão presentes e sem domínio de nenhum deles. Somente quando ocorre a hidratação, se identifica uma separação clara no diâmetro de vitelogênicos avançados e ovócitos hidratados. Esta estratégia é típica de espécies iteróparas com larga estação reprodutiva, onde a vitelogênese depende muito mais da disponibilidade de alimento que das reservas energéticas da fêmea.

Ainda de acordo a Murua & Saborido-Rey (2003), o ritmo de ovulação dos ovócitos determina a maneira como estes são postos ao que definem como padrão de posta. Assim, fêmeas que ovulam e põem todos os ovócitos desenvolvidos em um único evento ou ao longo de um curto período de tempo como parte de um único episódio são conhecidos como desovantes totais. Ao contrário, fêmeas que ovulam e põem em múltiplos lotes de ovócitos durante um período individual de posta são denominadas desovantes por lotes.

Em conjunto, o desenvolvimento ovocitário e a organização ovariana conduzem à temporalidade reprodutiva de uma espécie, a qual é a chave-mestra para os estudos de reprodução em peixes. Isto porque, independente da estratégia reprodutiva, todos os peixes passam por um ciclo de preparação para a posta, ou seja, desenvolvimento, crescimento e liberação dos gametas, com preparação para a subsequente estação

reprodutiva, ou seja, proliferação das células germinativas no caso das espécies iteróparas (Brown-Peterson *et al.*, 2011).

Desde muito cedo ouvi-se que *os seres vivos nascem, crescem, se desenvolvem, reproduzem-se e morrem*. Lowerre-Barbieri *et al.* (2011b) nos afunilam esta frase aos aspectos reprodutivos do ciclo de vida de uma espécie/indivíduo, afirmando que “todos os peixes, *sob maturação sexual*, participantes em um ou mais ciclos reprodutivos, desovam uma ou mais vezes por ciclo, crescem e morrem”, sendo que esta maturação está sob uma temporalidade reprodutiva ou um padrão temporal de reprodução do peixe através do seu ciclo de vida.

Como é de se esperar, há uma determinação ecológica e evolutiva na maturação, a qual opera através da plasticidade fenotípica e é dependente da programação individual do organismo, o que implica em que depende das condições ambientais onde o peixe vive ou “possui experiência” (Dieckmann & Heino, 2007).

O conhecimento do ciclo reprodutivo e os fatores que o afetam são questões importantes em biologia pesqueira (Tomkiewicz *et al.*, 2003). É ferramenta básica para acessar questões como idade da primeira maturação, fecundidade, duração e frequência de posta (West, 1990) e para se determinar as estratégias de temporalidade reprodutiva e como estes modelos se acoplam e afetam a produção de ovos e consequentemente o sucesso reprodutivo (Fischer & Hardison, 1987).

São quatro as escalas temporais reprodutivas, que são acessadas através das diferentes fases do ciclo sexual das espécies (Lowerre-Barbieri *et al.*, 2009b).

A *escala ciclo de vida* está definida pelo estado de desenvolvimento da espécie, em não maduro (juvenil) ou maduro (adulto). A *anual* está refletida pelos estádios de desenvolvimento gonadal que conformam o ciclo sexual de uma espécie e pode ser definida como a estação reprodutiva de uma espécie. A *escala intrasazonal* refere-se ao número de vezes ou a frequência de posta de um indivíduo dentro da escala anual e a *escala diária* registra a ocorrência dos eventos associados a atividade de posta propriamente dita.

Ao número de ovócitos produzidos por uma fêmea denomina-se fecundidade e existem duas estratégias para a disponibilização destes à posta (Murua *et al.*, 2003). Hunter *et al.* (1992) descreveram a fecundidade como determinada quando o número de ovócitos é fixado antes da estação reprodutiva e o estoque de ovócitos vitelogênicos não

é repostado durante esta e como fecundidade indeterminada, quando ovócitos em crescimento primário continuam madurando durante a estação reprodutiva, ou seja, o número de ovócitos não é fixado previamente ao começo da estação de posta.

Para finalizar, pode-se então resumir que existem dois tipos de estratégias reprodutivas que derivam ou albergam um rol comportamental de táticas para suportar cada uma delas. Espécies semélparas, as que possuem apenas um ciclo reprodutivo e morrem depois de o completarem, por tanto todo o investimento energético “deve” ser alocada para este evento único. Deste modo, a organização do ovário precisa ser sincrônica, o que implica em fecundidade determinada e a posta total, realizada em um só evento.

No caso das espécies iteróparas, que representam a maioria das espécies de peixes marinhos de importância comercial (Murua *et al.*, 2003), a variabilidade reprodutiva é mais ampla, englobando todas as demais estratégias descritas: organização do ovário (grupo-sincrônico ou assincrônico), recrutamento de ovócitos ou padrão da oogênese (indeterminado ou determinado) e padrão de ovoposição (desova total ou por lotes).

As estratégias reprodutivas, possuem táticas variadas, as quais seguem um padrão de conexão entre uma e outra e, portanto, identificar mais precisamente este pool, sua sazonalidade e relações com distintos componentes ambientais se constitui o início para o estabelecimento de um processo de gestão de um recurso pesqueiro.

1.3 Hipótese

A estratégia reprodutiva, ou seja, a dinâmica do recrutamento ovocitário, bem como a caracterização das táticas reprodutivas que ocorrem nas diferentes escalas temporais de um ciclo reprodutivo, relacionadas a fatores ambientais e a atributos maternos, podem contribuir para a avaliação do esforço reprodutivo da assembléia-alvo e se configurar como uma ferramenta inestimável na elaboração de um protocolo de gestão e por conseguinte, as espécies associadas a sua pescaria.

1.4 Objetivos e Motivação da Tese

O objetivo primário desta tese foi caracterizar a temporalidade reprodutiva da assembléia-alvo conformada por três das principais espécies *L. synagris*, *L. vivanus* e *R. aurorubens* exploradas pela pesca artesanal no Litoral Norte da Bahia.

1.4.1 Objetivos Específicos

- Examinar a variação temporal da proporção sexual e calcular a idade média em que a população alcança o estado estacionário entre machos e fêmeas,
- Analisar a distribuição de frequência temporal de tamanho e peso, o padrão de crescimento e o fator de condição das espécies-alvo,
- Descrever o comportamento espaço-temporal, por sexo, das variáveis biológicas comprimento, peso, fator de condição e índice gonadossomático da assembléia-alvo,
- Descrever a estação reprodutiva de acordo quatro escalas de temporalidade reprodutiva:
 - **Escala ciclo de vida:** calcular o tamanho médio em que metade da população a fazer parte do estoque reprodutor recrutado para o estoque reprodutor (L_{50}),
 - **Escala anual:** especificar a estação reprodutiva da assembléia, com base ao padrão de recrutamento ovocitário e sazonalidade do índice gonadossomático,
 - Comparar a sensibilidade de escalas de identificação das fases de desenvolvimento gonadal com base a dados macro e microscópicos,
 - **Escala intrasazonal:** identificar a estação de posta e de repouso reprodutivo e quantificar a frequência e fração de posta
 - **Escala diária:** definir a periodicidade diária individual de posta
- Descrever a estratégia reprodutiva das espécies-alvo em termos do modelo de recrutamento dos ovócitos e prevalência de atresia para definir, através de técnicas robustas de histologia e análise de imagem, seu tipo de fecundidade,
- Estimar o número de ovócitos em desenvolvimento e a fecundidade parcial e sua relação com os efeitos maternos na produção total de ovos e sua variação sazonal,

- Proporcionar uma revisão sobre as estratégias de fortalecimento do setor pesqueiro no Brasil e
- Delinear um protocolo de manejo para a exploração sustentável de Lutjanidae e espécies diretamente associadas na pesca artesanal do LN/BA

Capítulo 2: Metodologia

Esta seção se dedica a apresentar o protocolo de coleta de dados para acessar as informações biológicas necessárias à descrição dos diferentes componentes da ecologia populacional reprodutiva. Está dividida em 3 subseções que em conjunto descrevem: o desenho amostral, as coletas de campo e recolhimento de dados (biológicos e abióticos), os procedimentos de laboratório e as análises estatísticas.

De acordo com Murua *et al.* (2003), as amostragens de uma população para estudos de maturidade e fecundidade deveriam prover uma representação acurada da distribuição sazonal e regional de indivíduos em relação à atividade de posta para todas as áreas de estudo e deveria abarcar todo o rango de comprimento e as variações no tempo de maturação e posta de diferentes componentes do estoque, como por exemplo, a existência de sub-estoques e classes de idade.

2.1 Desenho Amostral, Coletas de Campo e Processamento de Material Biológico

2.1.1 Desenho amostral

- a. Revisão bibliográfica sobre a pesca e a história de vida das espécies alvo e da sua respectiva família e/ou de espécies congêneres no caso de haver pouca informação sobre as espécies-objeto,
- b. Visita de campo e entrevistas com pescadores, mestres de embarcações para identificar as principais espécies exploradas, abundância, frequência, sazonalidade e distribuição e
- c. Definição do esforço e periodicidade de amostragem

2.1.2 Área amostral e métodos de captura

O objetivo foi obter dados sobre reprodução de material oriundo das pescarias artesanais que pudessem ser comparáveis maiormente com dados futuros desta atividade, mas também com pretéritos, a fim de facilitar ou fornecer um ponto de partida para aproximações do estado destes recursos na região.

Com este propósito, foram realizadas 24 coletas de campo, com periodicidade quinzenal, cinco dias de duração e quatro efetivos de pesca, entre o período de junho de

2008 a maio de 2009, para que cobrissem com maior acurácia os diferentes aspectos populacionais observados por Murua *et al.* (2003) e atentando a periodicidade lunar e variação circadiana no comportamento de posta, previamente descrita para peixes tropicais (Johannes, 1978) e em especial para a família Lutjanidae (Grimes, 1987b; Allison, 1999).

As amostragens foram realizadas na área de pesca habitual dos pescadores embarcados da vila pesqueira de Poças e regiões adjacentes entre as coordenadas 11°45 S e 037°45 W (Figura 2). As coletas de campo foram realizadas sempre com uma equipe de 5 pescadores, resultando numa unidade de esforço de captura de 10 anzóis por saída, também típico da região.

Cada ponto de pesca foi georeferenciado com um GPS, Garmin Etrex Venture, e a profundidade registrada de acordo com as braças informadas pelos pescadores. Abandonaram-se as informações da ecosonda disponível na embarcação, posto que a mesma estava descalibrada.

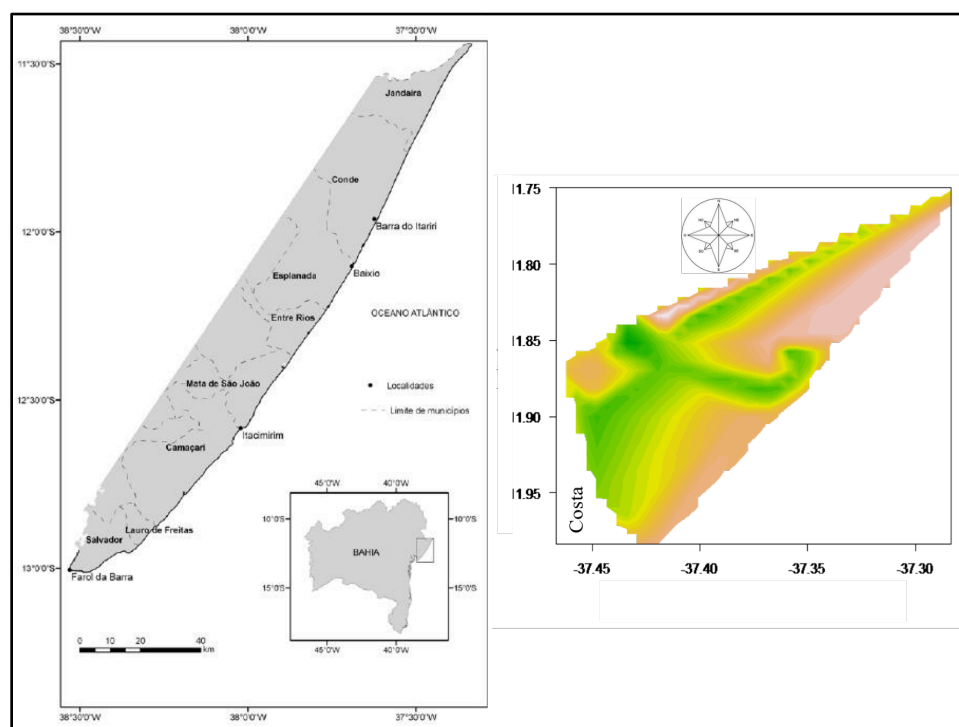


Figura 2: Área de amostragem das operações de pesca na área de estudo



Figura 3: Gaiolas utilizadas para o incremento do “n” amostral durante as operações de pesca

As mesmas estratégias e arte de pesca empregadas (linha de mão e anzol) pela frota pesqueira do Litoral Norte da Bahia em ecossistemas recifais foram utilizadas.

Como medida preventiva para garantir o “n” amostral programado (40),

introduziram-se gaiolas, uma arte de pesca não registrada em ambientes recifais desconectados da costa no LN/BA, mas que demonstrou ser útil em campanhas científicas do programa REVIZEE.

Em cada coleta de campo eram transportadas quatro gaiolas retangulares (2,0 x 2,5 m) revestidas com tela negra de polipropileno, com uma entrada lateral em forma de funil e uma janela superior usada para a retirada dos indivíduos e sustentação de uma bolsa plástica contendo sardinha (*Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 1879)), a isca morta mais utilizada nas pescarias de linha (Figura 3).

Experimentou-se o espinhel pelágico, uma arte de pesca que atua à deriva conforme a direção e a intensidade das correntes e dos ventos superficiais (Fagundes Netto *et al.*, 2005), utilizado na área de estudos pelos pescadores na zona de arrebentação nos recifes desconectados à costa, dirigidos a elasmobrânquios, mas que, ainda em menor frequência, é utilizado para demersais como Lutjanidae.

Para o espinhel e a linha de mão, os pescadores empregam como isca pedaços de espécies recém capturadas as quais denominam isca viva. Abandonou-se a primeira arte pelos subsequentes resultados nulos nas primeiras seis campanhas e o tempo que subtraía a operação de pesca convencional (linha de mão), ademais de supor demasiado labor para as condições de trabalho da tripulação.

Em função de que foram utilizados o mesmo esforço (representado pelo número de pescadores, dias de mar e números de anzol por pescador) e as mesmas arte de pesca e área de distribuição espacial da frota motorizada da região de estudo, os resultados aqui obtidos podem ser considerados como oriundos da pesca artesanal comumente chamados de dados dependentes da pesca e não como resultados de pesca experimental, aqueles denominados independentes da pesca.

Registro de dados em mar

Durante as operações de pesca registrou-se o sexo e a fase macroscópica de maturação gonadal e cada indivíduo recebeu um número de campo, inserido na boca e na cavidade opercular, uma vez que os demais dados não eram passíveis de registro durante os embarques.

As diferenças entre gônadas de machos e fêmeas em Lutjanidae são objetivas, salvo em indivíduos imaturos ou em pós-ovulação de pequenos comprimentos, onde apenas com histologia foi possível separá-los. As gônadas retiradas, etiquetadas e envasadas individualmente em sacos microperfurados, foram fixadas em formol a 10% e levadas ao laboratório para posterior processamento dos cortes histológicos, descrição dos estágios ovocitários e das fases de desenvolvimento gonadal e estimativas de fecundidade.

Registro de dados em terra

Foram recolhidos os dados de peso eviscerado, comprimento furcal e total para todas as espécies alvo. Dados de peso eviscerado (P_e , precisão 0,05 g), comprimento furcal (C_f) e comprimento total (C_t , precisão 0,5 cm) das espécies acompanhantes foram registrados em ficha de campo específica para registro de taxonomia e compor análises futuras de diversidade e captura por unidade de esforço. Os dados para Lutjanidae foram registrados em ficha própria (Figura 4).

CAMPANHA:						DATA DE SAÍDA:					
DATA DE CHEGADA:						DATA DE AMOSTRAGEM:					
Embarcação:						Categoria:					
Porto de saída:			Porto de chegada:			Mestre:					
ARTE: () ESPINHEL () GAIOLA () LINHA () ARRASTO											
DADOS DE BIOMÉTRICOS											
SP	CF	CT	Pi	S	EMMG	SP	CF	CT	Pi	S	EMMG

Planeta corrigida: LINO 101

Dinâmica Populacional de Lutjanidae, Balistidae (Teleostei), Carcharinidae (Elasmobranchi) e Manejo Sustentável da Pesca Artesanal no Litoral Norte da Bahia, Brasil

FICHA DE EMBARQUE 2: *Biometria espécies alvo*

Página 1 de 1

CAMPANHA:		DATA DE SAÍDA:		DATA DE CHEGADA:						
001		04/06/08		06/06/08						
Embarcação:		Mestre:		DA: 05/06/08						
Porto de saída:		Porto de chegada:		Categoria:						
Poças		POÇAS		Saveiro						
DADOS DE AMOSTRAGEM										
Data da amostragem:		Lance:		Arte: () Gaiola () Espinhel (X) Linha						
LINO 1										
Coordenadas:		L: 03° 36,81' S		L: 56° 12' 28" W						
DADOS BIOMÉTRICOS										
NC	ESPECIE	CF	CT	CCa	HC	HCa	Pt	Pe	S	EMM
01	OCCH	34	41	98,2	91,8	36	540		M	A
02	LINO	34	—	104,55	105,0	34,9	520		M	A
03	OCCH	35	42,5	93	99,5	30,8	550		M	A

Figura 4: Fichas de registro das informações de campo para as espécies acompanhantes (a) e (b) para Lutjanidae

Taxonomia

Espécimes-testemunho foram recolhidos e depositados na Coleção Ictiológica de Referência da APA/LN, (CIR-APA/LN), do Laboratório de Recursos do Mar e Águas Continentais (LABMARH) da Universidade do Estado da Bahia (UNEB). A lista taxonômica leia-se, grafia, autoria e data de publicação, foi organizada segundo Eschmeyer & Fricke (2011) e apresentada em ordem alfabética de famílias segundo as categorias comerciais propostas por De Santana (1999).

A coleta, fixação e tombamento das espécies seguiram os procedimentos padrões amplamente conhecidos para coleções de peixes. Manuais de identificação foram usados para a determinação das espécies (Menezes, 1979, 1985; Carvalho-Filho, 1992; Cervigño *et al.*, 1992; Allen, 1985; Rocha & Rosa, 1999; Moura & Lindeman, 2007b).

2.2 Variáveis Reprodutivas e Sazonais

Definiu-se um grupo de variáveis bióticas e um grupo de variáveis sazonais (abióticas) que funcionaram como descritores da estrutura populacional, para a caracterização da ecologia da reprodução e dos efeitos maternos na dinâmica reprodutiva das espécies, variáveis estas que foram utilizadas ao longo de todas as análises. As variáveis biológicas foram comprimento total (*Ct*) dado em centímetro,

peso eviscerado (Pe) em gramas, fator de condição (K), sexo, fases do desenvolvimento gonadal identificadas por uma escala macroscópica (EMMaG) e outra microscópica (EMMiG) e índice gonadossomático (GSI).

As variáveis sazonais consideradas foram: período total da amostragem, usado para as descrições populacionais, ou seja, os meses de duração da coleta, estações segundo o ritmo das chuvas (ECH, seca e chuvosa) e estações naturais (EN, primavera, verão, outono e inverno), fases da lua (Lua), ciclo anual (CA), usado para as análises de reprodução, época de posta (EP), isto é, o período dedicado pelas fêmeas à atividade de posta e época de regressão-regeneração (ERR).

Os cálculos estatísticos foram conduzidos usando o software R (R Developing Core Team (2011), os gráficos elaborados em R e em Sigmaplot versão 9.0.1 para Windows. O nível de significância assumido foi de $\alpha = 0,05$. O pacote MASS (Venables & Ripley, 2002) foi usado para ajustar os modelos lineares generalizados (GLM, do inglês *Generalized Linear Models*) (McCullagh & Nelder, 1989).

O valor do AIC (*Akaike information criterion*), foi o índice usado para a seleção do GLM que melhor ajustou os dados, quanto menor o AIC melhor o ajuste, sendo o desvio residual, uma espécie de máxima probabilidade, equivalente a soma dos quadrados dos resíduos, usada para avaliar a medida de ajuste de bondade entre modelos.

2.2.1 Proporção Sexual

O termo proporção sexual é comumente usado para indicar uma relação numérica entre sexos, sendo a “quantidade” de interesse expressa como uma proporção convencionalmente dada como o número de machos dividido pelo total de indivíduos (machos/(machos + fêmeas*100)) (Orzack & Hardy, 2002).

A proporção observada de machos em relação ao total, na maioria dos casos, está próxima a 0,5 e representa um estado estacionário de estabilidade (Argasinski, 2012) e, portanto, define a hipótese nula (H_0) de igualdade de abundância numérica entre os sexos.

H_0 = proporção entre fêmeas e machos é igual a 0,5, a esperada em populações estáveis

H_1 = a proporção sexual do “n” amostral difere significativamente da *proporção sexual* esperada em populações estáveis.

A H_0 foi testada pelo cálculo da proporção sexual, com posterior verificação do nível de significância entre as proporções de machos e fêmeas, através do teste *Chi-quadrado*. O teste *Chi-quadrado* está baseado na desviação observada em relação aos valores esperados, ou seja, comparamos o número de machos e fêmeas observado e o número esperado destes se a probabilidade fosse de 50% machos e 50% fêmeas (Wilson *et al.*, 2002). A expressão da *proporção sexual* então é dada pela divisão da proporção de cada sexo, de acordo com a equação:

Equação 1: Proporção sexual

$$Proporção = \left(\frac{n_{\sigma^7}}{n_{\sigma^7} + n_{\sigma^8}} \right) * 100$$

Dados de proporção sexual são considerados binários e são frequentemente assumidos como de distribuição logística, que descreve como diferentes valores de proporção sexual são esperados, sendo GLMs apropriados para análises de proporção de dados (Wilson *et al.*, 2002), por modelar o efeito aditivo de variáveis explicativas sobre uma transformação da média, em vez da significância em si desta (Antonio & Beirlant, 2007).

Se H_0 for refutada, a hipótese alternativa (H_1) é aceita e a diferença na proporção sexual poderia ocorrer em função de características biológicas, de diferenças espaciais ou sazonais ou por época de atividade reprodutiva. Deste modo, diferentes GLMs foram modelados para identificar a influência das variáveis biológicas e sazonais de interesse ou se estas interagem entre si tanto para todo o período de posta quanto para a época de regressão-regeneração. As equações abaixo, exemplificam as modelagens.

Nas equações seguintes, leia-se: vb = variável biológica, vs = variável sazonal

Equação 2: Proporção sexual em função do fator comprimento

$$\delta(SexRatio) = \alpha + \beta_1 * Sexo + \beta_2 * Ct + \varepsilon$$

Equação 3: Proporção sexual em função do comprimento em interação com a época de posta e a lua

$$\delta(\text{SexRatio}) = \alpha + \beta_1 * \text{Sexo} + \beta_2 * Ct + \beta_{\text{meses da EP}} + \beta_{\text{Lua}} + \varepsilon$$

2.2.2. Relação Peso-Comprimento e Fator de Condição (K)

As relações peso-comprimento (WRL, do inglês *weight-length relationship*) são usadas para sua descrição matemática, principalmente para que uma variável possa ser convertida na outra quando falta um dos dados e, em segundo lugar, para medir a variação do peso esperado para um dado tamanho, ademais dos cálculos de índices de condição (Cren, 1951).

Em peixes, se assume que indivíduos mais pesados de um determinado tamanho estão em melhores condições que os menos pesados (Braga, 1986) e que dentro de uma mesma espécie, a variação nesta relação e na condição pode ser substancial dependendo da estação, da população ou de diferenças anuais nas condições ambientais (Suthers, 1998).

A WRL foi obtida por uma relação potencial: ($Pe = \alpha * Ct^\beta$, donde Pe = peso eviscerado em gramas e Ct , o comprimento total em cm). A continuação aplicou-se o método dos mínimos quadrados para estimar os parâmetros α e β .

K foi obtido através da relação $K = 100 Pe/Ct^\beta$, com Pe = peso eviscerado em gramas, Ct = comprimento em centímetros, fator 100 usado para aproximar K de uma unidade e β como o expoente da fórmula aritmética de WRL, representando o declive da regressão na forma logarítmica (Froese, 2006).

O teste t de Student foi utilizado para contrastar se cada espécie possuía um β significativamente diferente do valor isométrico de 3 (k de Fulton) na relação WRL. Calculou-se o valor de β para o conjunto da população (machos + fêmeas) e por sexos para cada espécie, utilizando-se apenas os dados da arte de pesca linha de mão.

Antes de realizar estes procedimentos matemáticos, tomaram-se em conta seis das 12 recomendações de Froese (2006), as quais circunstancialmente foram aplicáveis, para que os resultados sejam passíveis de comparação futura:

1. Mesma arte de pesca para a coleta dos espécimes,
2. Inclusão da faixa de tamanho para a qual a relação será mais tarde aplicada,

3. Exclusão de juvenis, para o que eliminamos tamanhos inferiores a do tamanho médio de primeira maturação (L_{50}) ($Ct= 16$ cm, *R. aurorubens* e 18 cm em *L. synagris* e *L. vivanus*),
4. Análise mensal, de acordo com as estações naturais, segundo o ritmo das chuvas e fases da lua para detectar variações sazonais,
5. Teste de significância de diferenças entre sexos, apresentando-os separadamente e
6. Indicação do “n” amostral, intervalo e tipo de unidades de medida (gramas e centímetros), parâmetros α e β com os respectivos intervalos de confiança ao 95% e o coeficiente de confiança.

Modelos lineares foram utilizadas para identificar diferenças entre sexos com relação as variáveis biológicas Ct , Pe e K e para detectar diferenças sazonais no comportamento destas variáveis por sexo, em função do ciclo anual (CA) e do fator Lua.

Comportamento espacial do peso, comprimento e fator de condição

Esta seção objetivou identificar a existência de padrões de distribuição e abundância de cada espécie-alvo as possíveis influências das variáveis sazonais sobre a estrutura dessas espécies na zona de amostragem, considerando que a existência de padrões espaço-temporais podem refletir mecanismos consistentes de variações no uso do espaço (Welcome, 1979).

Descreveu-se o comportamento espacial do *Ct*, *Pe*, *GSI* e *K* em função do rumo registrado em cada operação de pesca. Com um modelo linear unifatorial o comportamento populacional foi analisado e bifatorial a análise foi feita para os sexos por separado. O teste *a posteriori* de Tukey foi utilizado quando necessário. O comportamento ou diferenças espaciais destas variáveis biológicas foram obtidas para todo o período amostral quando a análise foi populacional e sempre para a época de posta e a época de repouso quando a análise foi por sexo.

A área de pesca foi delineada a partir de uma análise de agrupamento da distribuição das médias dos pontos georeferenciados e os mapas de distribuição de indivíduos em função de cada variável biológica por período amostral foram delineados com base ao rumo³ indicado pelos pescadores em cada saída de pesca e corrigido, quando necessário, pelo azimute georeferenciado (Nordete, Sudeste e Sudoeste). As maiores, examinou-se a captura por unidade de esforço (CPUE) por espécie ao longo dos três períodos do dia (manhã, tarde e noite), correlacionando-as com as variáveis sazonais, através de ANOVA.

A CPUE é um índice que define a captura como proporcional ao produto do esforço de pesca e a densidade das espécies no ambiente em escalas espaciais pequenas (Maunder & Punt, 2004). Como os índices de diversidade ponderam a riqueza de espécies pela abundância relativa (Ricklefs, 2009) utilizou-se a CPUE como descritor de abundância.

³ A forma de definição do rumo pelos pescadores segue os mesmos princípios descritos em topografia, excetuando-se os dados numéricos. Portanto, refere-se ao ponto formado pelo alinhamento, no caso pesqueiro, ou seja, um ponto dentro de uma mancha recifal que é tradicional para a pesca de um dado recurso, e o eixo mais próximo da direção norte-sul que resulta na localização espacial de um dos três quadrantes formados na área de amostragem: Nordeste, Sudeste e Sudoeste.

Assim, a CPUE foi normalizada como o resultado da abundância numérica de peixes capturados pela unidade número de anzóis (sensu Beverton & Holt (1993) e log transformada:

$$\text{CPUE: } C/f \\ (\log (\text{CPUE} + 1))$$

Donde:

CPUE= captura por unidade esforço, C= número de indivíduos capturados, f= a unidade de esforço elegida (número de pescadores * dias de pesca * número de anzóis)

2.2.3 Escalas Macro e Microscópica de Desenvolvimento Gonadal

As fases do desenvolvimento gonadal macro e microscópicas estão descritas na Tabela 2. Os critérios para construção da escala de classificação macroscópica gonadal (*EMMG*) seguiram o proposto por Vazzoler (1996) e Domínguez-Petit (2007) que consideram a forma das gônadas, coloração, vascularização, turgidez, tamanho relativo à cavidade celomática e presença de ovócitos visíveis a olho nu.

A classificação microscópica das fases reprodutivas das fêmeas foram descritas com base a critérios histológicos (Brown-Peterson *et al.*, 2011) e sustentou-se na presença do estágio mais avançado de desenvolvimento ovocitário (Wallace & Selman, 1981) e na ocorrência de diferentes estágios de folículos pós-ovulatórios e atresia (Murua & Motos, 2006).

Tabela 2: Descrição das fases do ciclo reprodutivo em fêmeas. Critérios histológicos segundo Brown-Peterson *et al.* (2011) e critérios morfológicos de acordo com Vazzoler (1996) e Domínguez-Petit (2007)

CRITÉRIOS MORFOLÓGICOS	CRITÉRIOS HISTOLÓGICOS
IMADURO OU VIRGEM (A)	IMADURO (I): indivíduo que nunca madurou, juvenil
Ovários pequenos Vasos sanguíneos ou capilares ausentes, Ocupam menos de 1/3 da cavidade celomática	Poucas oogônias e ovócitos em crescimento primário (PG) Não há atresia Sem bandas musculares Parede ovariana fina Organização lamelar firme com estroma associado a mesma Pouco espaço entre ovócitos
EM MATURAÇÃO (B)	DESENVOLVIMENTO (D): começo do desenvolvimento gonadal, mas que ainda não estão prontos para a desova
Ovários mais alargados 1 a 2/3 d cavidade celomática Intensamente vascularizado Ovários mais próximos ao poro genital Oviduto laminar transparente e vazio Ovócitos opacos	Subfase 1: Desenvolvimento inicial (D1) Ovócitos em PG e CA Alguma atresia pode estar presente Subfase 2: Desenvolvimento avançado (D2) Ovócitos em PG e CA + Vit1 e Vtg2 Alguma atresia pode estar presente
MADURO (C)	CAPAZ DE PÔR (SC): os indivíduos estão desenvolvidos e fisiologicamente aptos a participarem do ciclo reprodutivo; reprodutivamente maduro
Ovários mais alargados e de maior calibre com respeito ao estágio anterior 2/3 a quase toda cavidade celomática Vasos sanguíneos proeminentes Ovócitos opacos e/ou translúcidos visíveis Subfase C1: Maduro inicial Ovócitos grandes opacos Subfase C2: Maduro final Ovócitos bem grandes e translúcidos	Subfase 1: Maduro (SC): reprodutivamente maduro, mas não em atividade reprodutiva; Vit3 e POF antigos presentes em <i>batch spawners</i> Subfase 2: Em atividade de posta (AS): reprodutivamente ativo, fase identificada por um ou mais de um dos signos abaixo relacionados Ovócitos em GVM, GVBD, hidratação ou ovulação (POF recentes)
ESVAZIADO OU EM RECUPERAÇÃO (D)	REGRESSÃO (RG): cessação da posta
Ovários flácidos; vasos sanguíneos proeminentes Grande mais não volumoso Zonas hemorrágicas	Atresia de algum estágio ovocitário (CA, Vit1, Vit2) Alguns CA, Vit1 e Vit2 presentes POF antigos (estas características podem ser mutuamente excludentes)
REPOUSO (RN)	REGENERAÇÃO (RN): sexualmente maduro, mas reprodutivamente inativo
Ovários pequenos, porém maiores que em A Capilares difusos Ovócitos não visíveis	Oogonias e ovócitos em PG Bandas musculares Vasos sanguíneos alargados Parede ovariana mais alargada que em imaturos Podem estar presentes: Atresia em estágio avançado (<i>beta</i>) POF em degeneração

Processamento do tecido ovariano

As amostras foram processadas seguindo os procedimentos histológicos constantes do Protocolo General de Histologia de *Muestreo de Gonadas do Grupo de Ecología Pesquera* do instituto de Investigaciones Marinas de Vigo, do Consejo Superior de Investigaciones Científicas, (IIM/CSIC) da Espanha e com as devidas modificações. Um corte de aproximados 5 mm foi retirado da região central de um dos lóbulos da gônada, desidratado, infiltrado com parafina, para solidificar o corte, de modo que a peça final fosse o mais homogênea e rígida possível para se obter cortes de 3µm, finos e de qualidade em micrómetro.

Dois cortes de cada amostra foram postos em lâmina e tingidos com hematoxilina-eosina. Depois de preparados em definitivo, os cortes foram lidos com um microscópio Leica Series RE (*Leica Microsystems, Wetzlar, Germany*) e classificados histologicamente. Este processo de tingimento é um método rotineiro, usado para estudos histológicos em pesca (Saborido-Rey & Junqueira, 1998). Detalhes dos protocolos de processamento e tingimento nas Tabela 3 e na Tabela 4. A eosina reage com estruturas catiônicas, essencialmente proteínas básicas e é bastante conhecida como um tinidor aniônico.

Com este procedimento de tingimento, estruturas eosinófilas se colorem de rosa, as que reagem com a hematoxilina apresentam cor azul e as que não reagem, como os alvéolos corticais e lipídios, são brancas, sendo esse padrão de coloração auxiliar na identificação das estruturas que são usadas na classificação dos estágios do desenvolvimento ovocitário e em consequência das fases de maturação gonadal.

Tabela 3: Protocolo de processamento das amostras para histologia: desidratação, infiltração e solidificação

Processamento		Programas				
		P1	P2	P3	P4	P tipo
1	Etanol 70%	1h	5'	30'	45'	1h
2	Primeiro Etanol 96%	1h 30'	1h 30'	1h	1h 30'	2h
3	Segundo Etanol 96%	1h 30'	1h 30'	1h	1h 30'	2h
4	Primeiro Etanol 100%	1h 30'	1h 30'	1h	1h 30'	2h
5	Segundo Etanol 100%	1h 30'	1h 30'	1h	1h 30'	2h
6	½ Etanol 100% - ½ Tolueno	3h 30'	2h 15'	1h 30'	2h 15'	3h
7	Primeiro Tolueno	2h 30'	1h 30'	1h	1h 30'	2h
8	Segundo Tolueno	2h 30'	1h 30'	1h	1h 30'	2h
9	½ Tolueno- ½ Parafina	3h	2h 15'	1h 30'	2h 15'	3h
10	Primeira Parafina	4h	3h	2h	3h	2h
Total		22h 30'	16h 15'	11h 30'	17h15'	23h

Tabela 4: Protocolo de tingimento dos cortes histológicos

Passo	Estação	Reativo	Tempo (min:seg)	Exato
1	16	Xileno	10:00	N
2	1	Etanol 100 %	4:00	N
3	4	Etanol 80 %	3:00	N
4	W4	Água	2:00	N
5	7	Papanicolau	4:00*	S
6	W1	Água	2:00	N
7	15	Álcool ácido	0:10	S
8	W2	Água	3:00	N
9	14	Carbonato de Litio	0:10	S
10	W3	Água	1:00	N
11	5	Etanol 70 %	1:00	N
12	6	Eosina-Floxina b	1:30*	S
13	3	Etanol 96 %	2:00	N
14	2	Etanol 100 %	2:00	N
15	17	Xileno	5:00	N
16	18	Xileno	3:00	N
EXIT		Xileno		
TOTAL			44:00	

Padrão de recrutamento ovocitário

Registrou-se os diferentes estágios ovocitários em cada corte histológico, para definir a fase do desenvolvimento gonadal dos indivíduo conforme a escala microscópica detalhada na seção anterior.

Para se definir a estratégia de recrutamento: se assincrônica, sem formação de coortes; sincrônica, uma coorte ou, se grupo-sincrônica, duas ou mais coortes, foram inicialmente tomadas quatro fotos de uma seção histológicas com o objetivo de 5X (microscópio Leica MZ6, câmara digital Leica IC-A, software Qwin, ©Leica Image Systems). Os diâmetros de todos ovócitos em estágio de crescimento secundário mensurados (software Analysis, ©Leica Image Systems), considerando-se a média entre o diâmetro do núcleo e do folículo, após transformação de pixels a centímetros.

Após isto, se analisou a formação das modas de diâmetros. Calculou-se a prevalência dos diferentes estágios durante o ciclo anual e a distribuição de frequência dos diâmetros de ovócitos secundários em ovários de diferentes fases reprodutivas (n= 5 para todas as espécies, se AS, POFs recentes e intermediários excluídos).

2.3 Temporalidade Reprodutiva

A temporalidade reprodutiva foi descrita de acordo com as quatro escalas propostas por Lowerre-Barbieri *et al.* (2009a) e Lowerre-Barbieri *et al.* (2011b), já que filtros temporais diminuem ruídos e podem ser usados para padronizar os métodos de estimativas de maturidade. A saber: escala ciclo de vida, escala anual, intrasazonal e diária. Em cada uma delas, métodos específicos fundamentados em histologia permitiram a descrição de aspectos básicos sobre a capacidade reprodutiva da assembléia-alvo num espaço de tempo bastante concreto.

Escala Ciclo de Vida

Esta macroescala separa os indivíduos em juvenis e adultos. Populacionalmente proporciona a idade em comprimento (comprimento - *length*, L_{50}) ou em anos (idade - *age* -, A_{50} , através de otólitos, escamas, vértebras ou espinhos), em que a metade da população se encontra madura. Os dados para a L_{50} podem ser acessados através do método de classificação das fases de desenvolvimento gonadal baseada em morfologia externa, chamados de escala macroscópica (Honj *et al.*, 2006) ou por intermédio do método de classificação, fundamentado na morfologia interna e nos estádios de desenvolvimento do ovócito (West, 1990), ou seja, dados histológicos, que definem a escala microscópica.

Graficamente, a escala ciclo de vida é representada por uma ogiva de maturação que oferece a frequência de indivíduos em crescimento primário e crescimento secundário (Saborido-Rey & Junqueira, 1998), a qual foi obtida a partir de uma regressão logística modelada aplicando-se um GLM (família binomial, logit).

Equação 4: GLM para o cálculo da ogiva de maturação, usando ou dados da escala macroscópica ou da escala microscópica

$$\delta(\text{Idade de primeira maturação}) = \alpha + \beta_1 * \text{comprimento} + \varepsilon$$

Os métodos de classificação das fases de desenvolvimento gonadal foram comparados com a inclusão do tipo da escala como fator no modelo, utilizando-se o bootstrapping como método de repetição para o cálculo dos intervalos de confiança. O teste Chi-quadrado de Pearson foi usado para comparar as proporções de identificação entre as escalas.

Equação 5: GLM para a comparação entre as ogivas da ogiva de maturação usando ou dados macro ou micro

$$\delta(\text{Idade de primeira maturação}) = \alpha + \beta_1 * \text{comprimento} + \beta_2 * \text{Escala} + \varepsilon$$

Para efeitos de cálculo, indivíduos maduros são aqueles que apresentam alvéolos corticais. Consequentemente compreende fêmeas a partir da fase “*em desenvolvimento (D)*” até a fase “*regeneração (RN)*”. Em ambas escalas de maturação propostas neste trabalho, os valores assignados foram: valor 0 para imaturos e valor 1 para as demais fases.

Grimes (1987b) indica que lutjanídeos insalubres maturam quando alcançam 50 do comprimento máximo populacional e que as espécies continentais, como seria o caso das aqui estudadas, a L_{50} corresponderia a 41%. Para analisar esta premissa, se calculou esta proporção tomando-se o L_{50} estimado de cada escala como método acessório.

Escala Anual

A escala anual é definida como o ciclo reprodutivo de uma espécie e foi analisada para o período de um ano. Em geral, peixes tropicais possuem largas estações reprodutivas (Sadovy, 1996) e esta característica pode dificultar as tomadas de decisões no processo de manejo tradicional, baseado em sistemas de épocas de defeso. Por este motivo, testaram-se diferentes aproximações visando a flexibilização deste processo.

Índice Gonadossomático

Se investigou a ocorrência de padrões de distribuição espacial das fêmeas por GSI nas épocas de posta e repouso, de igual modo que para as demais variáveis biológicas descritas na seção *Proporção Sexual*. Ademais de comparações entre sexos e análise das variações sazonais também realizadas na seção anterior.

Estação Reprodutiva

Inicialmente a duração da estação foi acessada usando-se o método tradicional, que considera o início quando 50% da população está em SC (AS excluídos) e o final onde 50% da população madura está em posposta (RN e RG), de acordo com o proposto por Lowerre-Barbieri *et al.* (2009a) e Alonso-Fernández & Saborido-Rey (2011).

Alternativamente foi aplicado o método indicado para espécies de ciclo reprodutivo anual proposto por Lowerre-Barbieri *et al.* (2011b), o qual situa o início da estação

reprodutiva como o período em que começam a aparecer indivíduos na fase desenvolvimento inicial (D1) até que esta proporção diminui, dando lugar ao aumento da proporção dos indivíduos na fase de regeneração, o qual sinaliza o final da estação (50% em RG + RN).

A escala anual foi graficada indicando-se a proporção de indivíduos em cada estágio (imaturos excluídos) ao longo do período amostral. Se inclui a variação da média do GSI ao longo desta escala, que, representando uma proporção direta entre o peso da gônada (*Pgon*) e o peso eviscerado (*Pe*) é usado como um índice de atividade gonadal e de preparação para a posta (DeVlaming *et al.*, 1982), que foi dada pela seguinte equação:

Equação 6: Índice gonadossomático

$$GSI = \frac{P_{gon}}{P_e} \times 100$$

Efeitos Maternais

Possíveis efeitos maternos na formação da população desovante dentro do ciclo anual foram investigadas de dois modos. Como fêmeas em desenvolvimento inicial (D1) só ocorrem antes da época de posta, é possível determinar se as maiores e mais velhas iniciam a estação reprodutiva antes que as menores ou mais jovens (Lowerre-Barbieri *et al.*, 2011b). Para isso calculou-se o comprimento médio das fêmeas em D1 para o início do ciclo reprodutivo. A segunda análise foi feita de acordo com o proposto e devidas modificações por Alonso-Fernández & Saborido-Rey (2011), que propõem a estima da importância do comprimento das fêmeas em SC sobre a duração e temporalidade da época de posta. O modelo é segmentado em duas partes: início e final da posta (época de repouso) e quantifica a duração da posta em função do comprimento. A variável temporal utilizada foi o mês.

POF recentes: a dupla capa que compõe o folículo (granulosa e teca) é facilmente distinguível, assim como a membrana basal que as separa, estando intacta. As células foliculares estão alinhadas e formam uma linha sinuosa. O lúmen é claramente visível.

POF intermediários: apresentam maior processo degenerativo da capa folicular, com necrose celular de núcleos picnóticos. O alinhamento sinusoidal é mantido, mas apresenta redução considerada do lúmen.

POF antigos: as capas foliculares estão desagregadas, compactadas e não são distinguíveis entre elas, o alinhamento sinusoidal se perde pela compactação e o lúmen é apenas visível ou está ausente.

Quadro 1: Descrição morfológica dos estágios de reabsorção folicular, segundo Dickerson (1992a) e Davis and West (1993b)

O início da estação da posta é considerado como aquele que cobre o período de mínima a máxima atividade de posta (agosto a abril no gênero *Lutjanus* e outubro a abril em *Rhomboplites*) e o final da estação de posta, quando mais de 50% da população está em pós posta (maio a julho no gênero *Lutjanus* e maio a setembro em *Rhomboplites*). Ainda se calculou a média do tamanho em que metade da população estava em capacidade de posta (SC+AS), portanto fêmeas nas fases I e D; RN e RG foram excluídas do cálculo.

A abordagem foi construir um GLM de distribuição binomial, no qual a variável de resposta foi a maturidade sexual das fêmeas: apenas as fases SC e AS, foram consideradas maduras. Como variáveis explicativas, usamos o mês de coleta e o tamanho, e o modelo estatístico mediu se existia interação entre eles. Se calculou a L_{50} considerando fêmeas “não disponíveis à posta, as das fases I e D e as fases anteriores como disponíveis à posta.

Se fracionou a amostra segundo três classes de tamanho: peixes pequenos (< 25 cm), médios ([25, 30[) e grandes (>30 cm), de acordo com as médias populacionais, a fim de se identificar o efeito do tempo com respeito ao tamanho no recrutamento de fêmeas SC em diferentes comprimentos, mesmo reconhecendo-se o poder do teste.

Equação 7: Fórmula do GLM para o cálculo da ogiva de maturação a partir de fêmeas SC

$$\delta(SC50) = \alpha + \beta_1 * comprimento + \varepsilon$$

$$\delta(SC50) = \alpha + \beta_1 * comprimento + \beta_2 * mês + \beta_3 * Época + \varepsilon$$

Escala Intrasazonal

Esta escala ocorre dentro da estação reprodutiva e se corresponde ao tempo total dedicado pelas fêmeas em pôr, ou seja, descreve a época de posta da espécie. É caracterizada pela prevalência de fêmeas em AS, informando: o número de vezes que um indivíduo põe ou frequência de posta (FQp), ademais da fração da fração de posta populacional (FCp) e a quantidade ou número de ovos que uma fêmea ou a população pode pôr dentro de um único evento de posta.

Pouco se conhece sobre a periodicidade diária de posta em Lutjanidae (Jackson *et al.*, 2006) e não existe nenhuma descrição ou datação de POF para as espécies-alvo, o qual se vê limitado com respeito a este tipo de aproximação. A frequência de posta é

calculada a partir da prevalência de determinados signos de posta (Hunter & Macewicz, 1985a): ovócitos em coalescência, em núcleos migratórios ou hidratados e POF recentes ou intermediários. Para este último signo, seguiu-se os seguintes passos:

1. Comparação dos POF de cada espécie com as descrições morfológicas feitas por Dickerson (1992a) e Davis and West (1993b) (Quadro 1);
2. Comparação com fotomicrografias de POF das espécies trabalhadas por Taylor et al. (1998), Jackson (2006), Lowerre-Barbieri *et al.* (2009a) e Solomon and Ramnarine (2007), por serem estas tropicais e desovantes por lotes;
3. Definição do tempo de persistência dos POF, como de duração igual a 24 horas, assumido o critério usado para *L. campechanus* (Jackson *et al.*, 2006) e tendo-se em conta de que nas amostras coletadas, fêmeas em posta iminente ou recente (POF recentes e intermediários) foram concorrentes no período crepuscular-noite, o que indica que estes estágios não foram sobrestimados.

Passo seguinte foi calcular a fração de posta dada pela equação abaixo:

Equação 8: Cálculo da fração de posta

$$FCp = n^{\circ} \text{♀} AS / n^{\circ} \text{♀} M$$

Donde, FCp é a fração de posta e $n^{\circ} \text{♀} AS$ é o número de fêmeas com signos de posta: ovócitos em coalescência ou em núcleos migratórios ou em hidratados ou com POF recentes ou intermediários) e $n^{\circ} \text{♀} M$ é o número total de fêmeas maduras, (D a RN) em cada mês.

Daí, pôde-se calcular a frequência de posta (FQp) e o número de lotes (Nl), pelas seguintes equações:

Equação 9: Cálculo da frequência de posta e número de lotes

$$FQp = \frac{1}{(n^{\circ} \text{♀} AS / n^{\circ} \text{♀} M)}$$

$$Nl = FQp^{-1 * ndm}$$

Donde, ndm é o número de dias do mês correspondente. Outra aproximação para calcular a média do número de lotes foi conseguida através da razão entre a as médias da fecundidade potencial ($Fecpot$) e do número de ovos hidratados (Bf) (ver seção 2.4 Fecundidade):

Equação 10: Cálculo da frequência de posta e número de lotes

$$Nl = \frac{\bar{x}Fecpot}{\bar{x}Bf}$$

Análise da variância foi usada para detectar sazonalidade nos valores da FCp e Nl com respeito às diferentes variáveis de sazonalidade (GLM, binomial, logit). Se relacionou através de regressão linear simples a FCp com as diferentes variáveis biológicas, além do diâmetro dos ovócitos hidratados.

Escala Diária

A escala diária refere-se a periodicidade diária individual da posta (Lowerre-Barbieri *et al.*, 2011b), ou seja, ao comportamento circadiano da posta e nela se define a hora e o local onde os ovos são postos (Walters *et al.*, 2007). Como a coleta não foi desenhada com este fim, apenas observou-se a frequência absoluta e relativa de fêmeas em AS por período de pesca (manhã e crepúsculo-noite).

Plotou-se a predominância de fêmeas por fase de maturação gonadal na área correspondente à atividade de pesca com relação à direção tomada em cada coleta para termos uma ideia da sua distribuição. Uma ANOVA foi levada a cabo para identificar se as populações constituídas por fase de desenvolvimento eram independentes e normalmente distribuídas e a hipótese de se ao menos uma das médias do grupo era diferente. O teste *a posteriori* de Tukey foi usado para identificar onde estavam as diferenças. Em caso de que não se cumprisse as suposições da ANOVA, se aplicaria a prova de Kruskal-Wallis.

2.4 Fecundidade

A fecundidade se refere ao número de ovos produzidos por uma fêmea em um determinado período da estação reprodutiva, podendo ser extrapolada para o estoque reprodutivo e o tipo de fecundidade ao modo como os ovócitos são recrutados à posta.

Aqui obtive-se duas estimativas da fecundidade e suas respectivas derivadas: 1) Número de ovócitos em desenvolvimento corrigido por atresia (NDO, do inglês *number of developing oocytes*) e o NDO relativo (NDO_r) e 2) Número de ovos hidratados de um lote para um evento de posta (fecundidade por lote ou parcial, *Bf*, do inglês *batch fecundity*), *Bf* relativa (*BfRel*), densidade de ovos hidratados por grama de ovário e produção populacional de ovos hidratados (fecundidade anual).

A atresia, fenômeno de autólise celular, necessita ser estimado porque joga um papel importante no número final de ovócitos que serão recrutados (Tyler & Sumpter, 1996), podendo ser a incidência e a porcentagem de ovócitos atrésicos utilizados para cálculos de fecundidade e como critério na definição do tipo de fecundidade de uma espécie (Murua & Saborido-Rey, 2003; Gantias, 2012a; Armstrong & Witthames, 2012). Neste trabalho utilizamos a classificação de Dominguez-Petit(2007) para classificar os ovócitos atrésicos.

Esta seção objetivou comprovar a hipótese de fecundidade indeterminada para as três espécies em estudo. Em linhas gerais, em espécies indeterminada o NDO não é fixado e ovócitos em alvéolos corticais são recrutados à vitelogênese e ovulação durante a estação reprodutiva (Hunter *et al.*, 1992; Murua & Saborido-Rey, 2003). Para isto, cinco perguntas que evidenciam o tipo de estratégia devem ser contestadas (Hunter *et al.*, 1992; Murua & Saborido-Rey, 2003):

1. Há decréscimo de ovócitos em crescimento secundário durante a estação reprodutiva? Ou seja, a cada lote posto a fecundidade total decresce?
2. Existe separação de tamanho entre os estoques de ovócitos em alvéolos corticais e vitelogênicos?
3. Ocorre um aumento na média do diâmetro do estoque de vitelogênicos durante a estação reprodutiva?
4. A atresia está distribuída ao longo da estação reprodutiva, ou identifica-se prevalência de atresia no final da época de posta?

As quatro primeiras premissas foram obtidas através de estereologia, método que provê informação quantitativa acerca de uma estrutura tridimensional a partir de mensurações de um espaço bidimensional (Elias & Hyde, 1980) e permite determinar o número de células em diferentes estágios de desenvolvimento ovocitário em relação ao volume do ovário (Emerson *et al.*, 1990), ou seja, converte o número de um

determinado grupo de ovócitos (vitelogênicos avançados, por exemplo) em grama de tecido ovárico.

Quatro fotos a 5X foram tomadas de uma amostra aleatória de fêmeas maduras para obtenção das medidas de diâmetro, (n= 80, 71 e 55, respectivamente *L. synagris*, *R. aurorubens* e *L. vivanus*, AS com POFs recentes e intermediários foram excluídos). Após isto, foram medidos os ovócitos para encontrar a frequência de diâmetro para o cálculo de *k* (Analysis, ©Leica Image Systems).

Depois se procedeu a contagem de cada classe de ovócitos da amostra dentro da área determinada na quadrícula Weibel (Figura 5, Leica IC A, software Qwin ©Leica Imaging System) e os dados foram processados e calculados com uma macro de Excel.

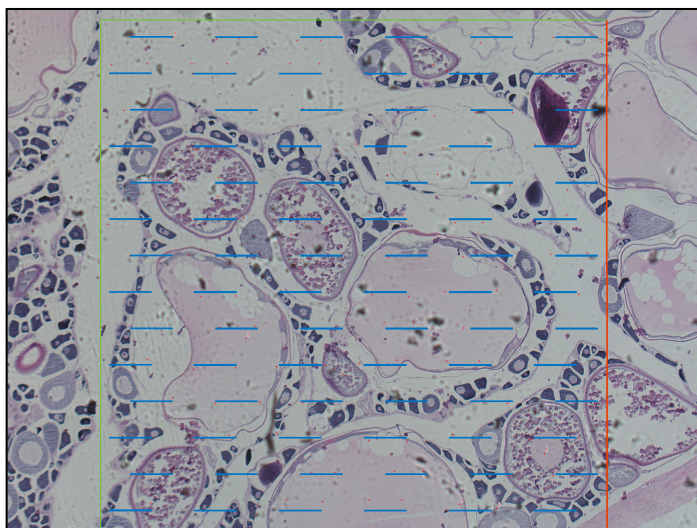


Figura 5: Quadrícula Weibel ensamblada a uma amostra de fêmea AS para mensuração do número de ovócitos em crescimento secundário

Equação 11: Equação para cálculo da fecundidade :

$$N_{vi} = \frac{K}{B} * \frac{\sqrt{N_{ai}^3}}{\sqrt{V_i}}$$

Donde, N_{vi} = número de objetos do estágio de maturação do ovócito *i* ou unidade de volume

k = coeficiente de distribuição de comprimento dos ovócitos, *B* = coeficiente de forma, N_{ai} = número de objetos do estágio de maturação do ovócito *i* da área determinada e V_i = fração do volume ocupado pelos ovócitos do estágio *i* (Detalhes da equação final em Dominguéz-Petit (2007)).

Número de Ovócitos em Crescimento Secundário (NDO)

Estimou-se as quatro variantes do número de ovos produzidos, como abaixo descritos. Análises de variação sazonal foram feitas por ANOVA e a análise dos efeitos maternos através de modelos lineares simples. chamadas efeitos maternos, tendo sido consideradas: Ct, K, GSI, peso gônada (Pgon)

a) Fecundidade potencial (número de ovos em crescimento secundário - NDO)

Consisti no total de ovos em desenvolvimento secundário ($nAC + nVit$) em um ano corrigido pelo total de ovócitos em atresia (nAt) (Hunter *et al.*, 1992), dado subsequentemente por:

Equação 12: Cálculo da fecundidade potencial ($FecPot$)

$$FecPot = (nAC + nVit) - nAt$$

b) Fecundidade relativa (número relativo de ovos em crescimento secundário - NDOr)

O NDOr refere-se à fecundidade potencial por grama de fêmea, onde, retirando-se o efeito do peso da fêmea, se assume que as variações no número de ovos não seriam influenciados por esta variável e poderia ser explicada por outras variáveis biológicas. Se calcula a fecundidade relativa dividindo-se o NDO pelo peso do corpo (Hunter *et al.*, 1992).

Equação 13: Número relativo de ovócitos em crescimento secundário (NDOR)

$$NDOr = \left(\frac{NDO}{Pe} \right)$$

c) Fecundidade total (FecTot)

Número total de ovos em algum grau de vitelogênese (Vit1, Vit2 ou Vit3) presentes no ovário (Murua *et al.*, 2003).

d) Fecundidade anual (FecA)

A fecundidade anual é considerada igual à fecundidade potencial em espécies de fecundidade determinada e naquelas indeterminadas, a fecundidade anual se corresponde à *Bf* ou *fecundidade parcial* (Hunter & Macewicz, 1985b) e está descrita em apartado correspondente.

e) Intensidade de atresia

É definida como a proporção de atresia de ovócitos maduros presentes no ovário em relação ao total de ovócitos maduros (AC a Vit3), como demonstrado a seguir:

Equação 14: Intensidade de atresia

$$ItAt = \left(\frac{nOAt}{nVit3} \right) \times 100$$

Donde *ItAt* representa a intensidade de atresia, *n° OAt* o número de ovócitos em atresia e *nVit3* o número de ovócitos maduros, ou seja, em vitelogênese avançada.

A prevalência de atresia, quinta premissa, foi estimada com base a presença de folículos atrésicos e calculada como segue:

Equação 15: Prevalência de atresia

$$PvAt = \left(\frac{nSGAt}{nSG} \right) \times 100$$

Donde *PvAt* é a prevalência de atresia, *nSGAt* o número de fêmeas em crescimento secundário com ovócitos atrésicos e *nSG* é o número total de fêmeas maduras.

Neste trabalho utilizamos a classificação de Domínguez-Petit (2007) que descreve dois estágios de atresia:

Alpha atresia (α): estágio inicial da atresia. Todas as organelas formam um cinturão ao redor do núcleo. O córion pode apresentar-se da seguinte maneira: aparência irregular formando “ondas”; córion fragmentando, similar a uma linha “pontilhada” com desorganização das vesículas vitelogênicas ou lipídicas em maior ou menor estado de avanço.

Beta atresia (β): córion fragmentado com lacunas bastante definidos e afastado da periferia do folículo. Pode apresentar sinais de vacuolização, nucléolos fundidos, perda do núcleo e fusão do córion com toda a estrutura citoplasma. Estes signos podem ser inicial, intermediário ou avançado, mas todos são considerados como *beta* atresia.

Número de ovos hidratados em um lote (*Bf*)

A fecundidade parcial refere-se ao número de ovócitos hidratados liberados durante um único evento de posta, ou seja, durante a liberação de um lote de ovos e é calculada

através da contagem destes ovócitos numa subamostra do ovário sem signos de posta recente e expressa como uma função do peso do corpo (Hunter *et al.*, 1992). No entanto, pode-se utilizar gônadas com ovos hidratados com POF antigos (Dominguéz-Petit, 2007).

Deste modo, ovários com ovos hidratados e sem POF recentes ou intermediários foram subamostradas ao peso de 50 mg, com duas réplicas; os ovócitos separados do tecido conectivo sob lupa, de acordo com o descrito por Lowerre-Barbieri & Barbieri (1993), conservados em tubos Eppendorf devidamente etiquetados com formol tamponado a 4% (Figura 6).

O número de ovócitos hidratados foi estabelecido pelo método autodiamétrico; onde a palavra *auto* envolve mensurar o diâmetro do ovócito usando análise de imagem e a palavra *diamétrico* reflete o fato de que a estimativa de fecundidade se fundamenta mais na mensuração que na contagem (Thorsen & Kjesbu, 2001).

Mensurou-se o número de ovos hidratados da amostra com o software Qwin (©Leica Imaging System) instalado ao PC, acoplada a uma lupa (Leica Z6 APOA) conectada a uma videocâmara (Leica DFC 490) para tomada de fotos. Posteriormente a *Bf* foi encontrada conforme com o modelo abaixo:

Equação 16: Cálculo da batch fecundity

$$Bf = Pgon \left(\frac{nhid}{p} \right)$$

Donde, *Pgon* é o peso da gônada, *nhid* o número de ovócitos hidratados e *p* o peso da amostra.

Como subproduto da *Bf* calculou-se o número de ovos hidratados relativo por *lote* (*BfRel*) seguindo o mesmo conceito da fecundidade relativa e a densidade de ovos hidratados por grama de ovário (DOH). Também a produção populacional relativa de ovos (EP) mensal e anual (soma de todas as EP mensais) que é o número de ovos por unidade de peso de fêmea madura ativa (AS), dado de duas formas:

Equação 17: Produção relativa de ovos populacional

$$(EP) = Bf * Nl$$

$$(EP) = Bf * n^{\circ} \text{ batchs} * \text{duração da posta em dias}$$

Igualmente interessava saber se o NDO e o NDO_r, a *Bf* e seus subprodutos poderiam ser afetados ou função de alguma das variáveis de interesse, consideradas como efeitos maternos. Regressão simples, para verificar a dependência entre variáveis, GLM (Gaussian, identity) para detectar influência dos fatores e ANOVA para detectar variabilidade sazonal, da mesma forma que no apartado *Proporção Sexual*.

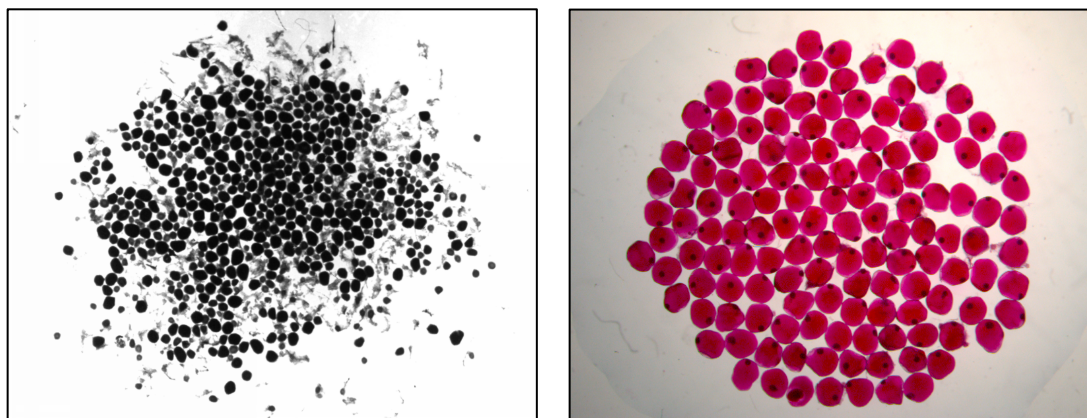


Figura 6: Microfotografia de ovos hidratados: a esquerda misto de ovos vitelados, hidratados e tecido conectivo. A direita, apenas ovos hidratados corados com eosina para contagem pelo método autodiamétrico

Capítulo 3: Resultados

3.1 Sinopse Global da Amostragem

O resumo do quantitativo de indivíduos coletados durante todo o período amostral e por sexo para as três espécies está descrito na Tabela 5: 771 indivíduos de *L. synagris*, 806 de *R. aurorubens* e 882 de *L. vivanus* coletados durante os doze meses do período de coleta. Todas as amostras foram utilizadas para descrever a estrutura populacional dos lutjanídeos com respeito ao comportamento espacial e temporal das variáveis biológicas, da proporção sexual e da relação peso-comprimento. Apenas as fêmeas foram consideradas para os estudos de ecologia reprodutiva.

Tabela 5: Número total de indivíduos coletados por sexo das espécies objetivo *L. synagris*, *R. aurorubens* e *L. vivanus* durante o período de junho de 2008 a maio de 2009

Mês	<i>L. synagris</i> (Ariacó)			<i>R. aurorubens</i> (Paramirim)			<i>L. vivanus</i> (Vermelho)		
	♀	♂	Total	♀	♂	Total	♀	♂	Total
Janeiro	29	22	51	61	24	85	30	34	64
Fevereiro	13	50	63	23	12	35	25	23	48
Março	28	62	90	43	34	77	59	64	123
Abril	48	89	137	91	74	165	42	60	102
Mai	20	33	53	10	16	26	47	57	104
Junho	6	3	9	3	10	13	37	41	78
Julho	33	41	74	48	41	89	17	20	36
Agosto	48	28	76	76	66	142	39	20	59
Setembro	37	22	59	17	31	48	61	30	91
Outubro	23	13	36	19	10	29	31	30	61
Novembro	29	42	71	25	23	48	25	39	64
Dezembro	25	27	52	28	27	55	17	34	51
Total geral	♀339	♂432	771	♀444	♂368	812	♀430	♂452	882

Ao longo do texto, as espécies foram tratadas maiormente por seus nomes científicos e, nas tabelas e gráficos, quando imprescindível, acrônimos foram usados, mas devidamente legendados: *L. synagris*: LUSY; *R. aurorubens*: RHAU e *L. vivanus*: LUVI.

As análises foram interpretadas, quando possível, de acordo com: 1) Período total da amostragem, correspondente a 12 meses, 2) As fases da lua ou ciclo lunar, 3) As

estações naturais, 4) As estações de acordo ao ritmo das chuvas, 5) Ciclo anual (CA), usado especificamente para as análises dos dados de reprodução, definido como o intervalo de tempo no qual o mês de início é demarcado pela presença de um 50% de fêmeas maduras na fase “em desenvolvimento” (D) e o mês final, onde o 50% das fêmeas maduras estavam em fase de regressão (RG) regeneração (RN), 6) A época de posta (EP), compreendida pelos meses onde se encontram fêmeas na fase “em atividade de posta” (AS) e 7) A época de regressão-regeneração (ERR), definida pela presença de um 50% de fêmeas na fase de regressão e/ou regeneração. Estas duas épocas são subconjunto do ciclo anual.

Para as espécies *L. synagris* e *L. vivanus*, o ciclo anual foi definido de agosto a julho, com EP entre agosto a abril e ERR de maio a julho, sendo o ciclo anual de *R. aurorubens* de outubro a abril, a época de posta de novembro a abril e a ERR de maio a outubro.

Como acompanhantes à pesca de Lutjanidae, foram registradas 66 espécies, sendo cinco delas novos registros para a área e Coleção de Referência da APA/LN, BA do Laboratório de Recursos do Mar e Águas Continentais da UNEB, a saber: *Hemicaranx amblyrhynchus* (Cuvier 1833), Carangidae; *Centropomus ensiferus* (Poey, 1860), Centropomidae; *Rypticus saponaceus* (Block & Schneider, 1801), Serranidae; *Genyatremus luteus* (Block, 1795), Haemulidae; *Cheilopogon cyanopterus* (Valenciennes, 1847) e *C. pinnatibarbatu spinnatibarbatus* (Bennett, 1831), Exocoetidae.

3.2 Variáveis Reprodutivas

3.2.1 Proporção sexual

Nesta seção, avaliou-se a hipótese de igualdade de abundância numérica entre sexos, o comprimento médio em que é alcançada a estabilidade entre sexos (SR) tanto para o ciclo anual (CA), quanto para a época de posta (EP), bem como a variação da proporção sexual no tempo (CA e EP) em função das variáveis sazonais EP e Lua. Do mesmo modo que na seção anterior, analisou-se a existência de algum padrão de distribuição espacial dos sexos na área de amostragem.

A nível populacional, encontrou-se igualdade de abundância numérica, apenas para *L. vivanus* ($\chi^2 = 0,5494$, $p=0,45$), a qual diferiu significativamente da probabilidade de 1:1 nas demais espécies. A estima de fêmeas de *L. synagris* foi de 44%, probabilidade

macho:fêmea de 1:0,5 ($\chi^2 = 10,978$, $p < 0,001$) e para *R. aurorubens*, de 54,7%, probabilidade de 1:0,45 ($\chi^2 = 6,9273$, $p < 0,001$).

Logo, comparou-se a distribuição espacial da captura de machos e fêmeas na mancha recifal, tanto para a época de posta (EP) quanto para a época de regressão-regeneração (ERR)⁴. Os resultados, descritos na Tabela 6, indicaram a existência de uma diferenciação espacial significativa entre machos e fêmeas somente em *L. synagris* durante a EP, onde a proporção de fêmeas é maior no sentido nordeste, ou seja, mais distante da costa e os machos nas zonas mais próximas à costa.

No período da ERR, resultados significativos foram exclusivos de *L. vivanus*, onde as fêmeas estão distribuídas prioritariamente no sentido sudeste-nordeste da mancha recifal e machos, por sua vez, de modo discreto ao sudoeste. Especificamente para *R. aurorubens* a distribuição de machos e fêmeas foi aleatória não tendo sido significativa em nenhuma das épocas (Tabela 6, Figura 7).

Tabela 6: Resultado dos testes de análise da variância (ANOVA) utilizados para comparar a distribuição espacial de machos e fêmeas durante a época de posta e a época de repouso de *L. synagris* (LUSY), *R. aurorubens* (RHAU) e *L. vivanus* (LUVI). O rumo foi usado como descritor espacial

Proporção Sexual							
Distribuição espacial: Época de posta				Época de regressão-regeneração			
Espécie	Gl	χ^2	p	Espécie	Gl	χ^2	p
LUSY	3	42,29	0,001	LUSY	0	1	1
RHAU	2	0,42	0,80	RHAU	3	1,51	0,46
LUVI	3	4,31	0,22	LUVI	2	10,24	0,001

Legenda: SR: proporção sexual, Gl: graus de liberdade, χ^2 = valor de chi, p: nível de significância

⁴ A definição do ciclo reprodutivo, época de posta e de repouso estão descritas na seção Temporalidade Reprodutiva: Escala anual

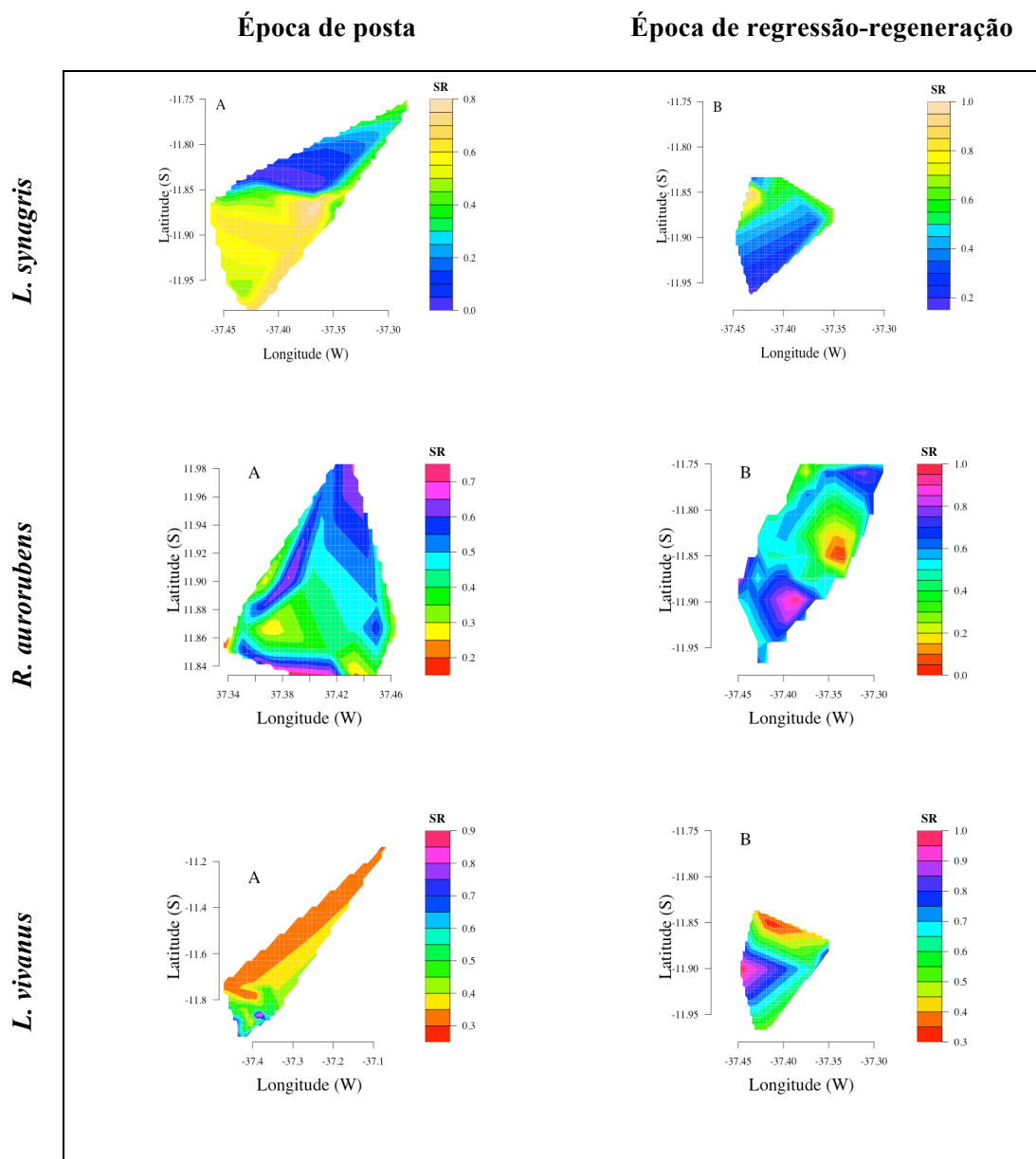


Figura 7: Distribuição espacial de machos e fêmeas de *L. synagris* (superior), *R. aurorubens* (centro) e *L. vivanus* (inferior) na área de amostragem durante a época de posta (A) e época de regressão-regeneração (B) na área de amostragem (Litoral Norte da Bahia, Junho de 2008 a Maio de 2009, (machos: valores superiores a 0,5 e fêmeas valores inferiores a 0,5)

A Figura 8 mostra os resultados da regressão logística da proporção de sexos em relação ao comprimento para cada espécie, assim como o comprimento em que metade das populações amostradas apresentaram o mesmo número de machos e fêmeas (SR_{50}), a qual foi calculada especificamente para o ciclo anual (CA) e para a época de posta (EP) em todas as espécies.

Durante o CA, encontrou-se predomínio de machos em comprimentos inferiores em *L. synagris*, observando-se uma regressão negativa. A SR_{50} situou-se em 31 cm.

Diferentemente, em *R. aurorubens* e *L. vivanus* a proporção de machos incrementou-se com respeito ao comprimento com uma regressão positiva. A SR_{50} foi respectivamente de 32 e 28 cm (GLM, binomial, logit, **LUSY**: AIC: 1011,2, $p < 0,001$, **RHAU**: AIC: 1108,2, $p < 0,01$ e **LUVI**: 1216,4, $p < 0,001$). Analisada a ERR, somente a espécie *L. vivanus* apresentou diferença significativa no comprimento em que metade da população possui estacionalidade de sexos durante a época de posta com uma SR_{50} de 24 cm (**LUSY**: AIC: 887,95, $p < 0,56$, **RHAU**: 686,81, $p = 0,47$ e **LUVI**: 835,78, $p < 0,01$ (Figura 8).

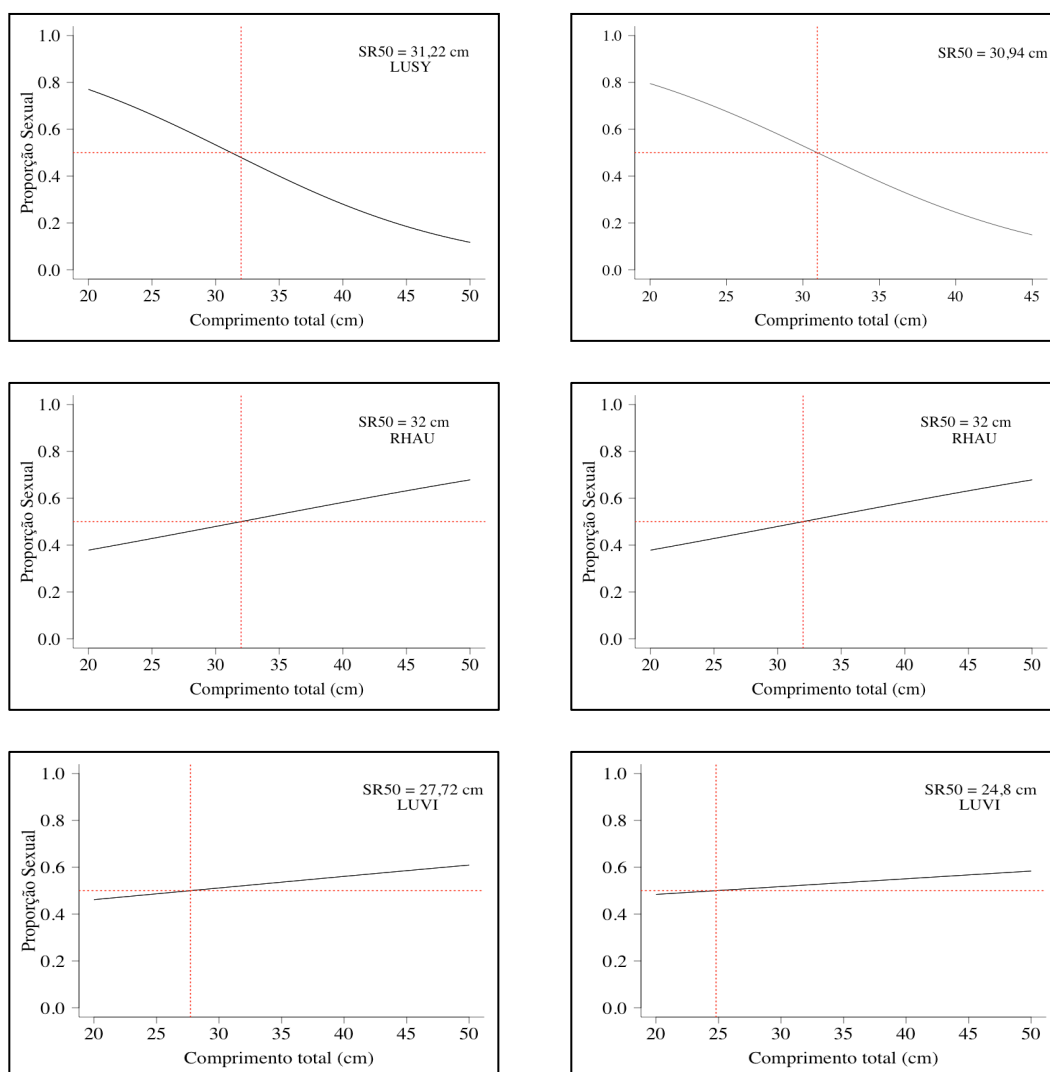


Figura 8: Modelo de regressão logística que estimou, durante o ciclo anual (CA, esquerda) e a época de regressão-regeneração (ERR, direita), o comprimento em que 50% da população (SR_{50}) esteve composta igualmente por machos e fêmeas nas espécies *L. synagris* (Acima: LUSY, CA SR_{50} = 31,22 cm, ERR: SR_{50} = 30,94 cm), *R. aurorubens* (Centro: RHAU, CA SR_{50} = 32 cm, ERR SR_{50} = -41 cm) e para *L. vivanus* (Abaixo: LUVI, CA SR_{50} = 27,72 cm, ERR: SR_{50} = 24,8 cm)

Posteriormente, priorizou-se identificar o comportamento da proporção sexual de cada espécie em função do comprimento, dos meses correspondentes à época de posta, das fases da lua, utilizando o conceito de modelos aninhados. Na análise de todos os efeitos, encontrou-se evidências de que as três variáveis explicativas tiveram influência significativa na proporção sexual, entretanto, só se encontraram diferenças significativas na temporalidade da proporção sexual (ao longo dos meses da EP) em *L. synagris* e *R. aurorubens*, mas não em *L. vivanus* (Tabela 7 e Figura 9).

Vê-se na Figura 9 que em *L. synagris* e *R. aurorubens* o início da estação reprodutiva se dá com mais fêmeas, diminuiu gradativamente, desviando-se a machos em janeiro e voltando ao predomínio de fêmeas depois deste período. Porém, em *L. vivanus* não houve diferenças significativas entre os meses da EP, ainda que a tendência assemelhasse com a das demais espécies.

Em *L. synagris* fêmeas somaram aproximadamente 80% com respeito aos machos nas luas mais claras (nova e crescente) e menos que um 30% nas luas mais escuras (cheia e minguante), ao passo que em *R. aurorubens*, nas mais claras, a proporção de fêmeas esteve entre 60 a 80% (nova e crescente, respectivamente), estabilizando-se na crescente, aproximando-se dos 40% na fase minguante. Em *L. vivanus* houve predomínio significativo de machos ($\cong 60\%$) na lua cheia, sem resultados significativos em nenhuma das demais fases (Tabela 7, Figura 9).

Tabela 7: Resultado do modelo linear generalizado (binomial, logit) que avaliou a variação na proporção sexual em função do comprimento tendo como fatores as variáveis explicativas mês da época de posta e fases da lua

LUSY: <i>L. synagris</i>				
Coeficientes:	Estimado	Erro padrão	z	p
Intercepto	7,078e+00	9,363e-01	7,560	0,001
Ct	-1,397e-01	2,310e-02	-6,047	0,001
Agosto	-3,251e+00	5,793e-01	-5,612	0,001
Setembro	-2,398e+00	5,768e-01	-4,158	0,001
Outubro	-1,691e+00	6,585e-01	-2,567	0,05
Novembro	-9,101e-01	5,109e-01	-1,7810	0,07
Dezembro	-1,023e+00	6,113e-01	-1,6740	0,09
Fevereiro	3,217e+00	7,174e-01	4,484	0,001
Março	3,964e-03	6,117e-01	0,006	0,99
Abril	-6,552e-01	5,264e-01	-1,245	0,21
Crescente	2,510e-01	4,090e-01	0,614	0,53
Cheia	1,749e+00	4,588e-01	3,813	0,001
Minguante	1,877e+00	3,320e-01	5,653	0,001
Desvio nulo: 936,35 com 683 graus de liberdade				
Desvio residual: 605 com 670 graus de liberdade				
AIC: 633,82				
RHAU: <i>R. aurorubens</i>				
Coeficientes:	Estimado	Erro padrão	z	p
Intercepto	-5,95982	2,13896	-2,786	0,01
Ct	0,15117	0,04295	3,520	0,001
Novembro	2,60560	1,86827	1,395	0,16
Dezembro	3,99197	1,81299	2,202	0,05
Janeiro	7,36685	2,03112	3,627	0,001
Fevereiro	5,70992	2,01026	2,840	0,01
Março	5,64030	1,91849	2,940	0,01
Abril	3,43342	1,85030	1,856	0,06
Crescente	-1,40848	0,68073	-2,069	0,05
Cheia	0,94799	0,38668	2,452	0,05
Minguante	2,50039	1,78410	1,401	0,16
Desvio nulo: 649,20 com 479 graus de liberdade				
Desvio residual: 422,96 com 468 graus de liberdade				
AIC: 446,96				
LUVI: <i>L. vivanus</i>				

Coefficientes:	Estimado	Erro padrão	z	p
Intercepto	3-3,50026	1,46583	-2,388	0,05
Ct	0,18525	0,04123	4,494	0,001
Outubro	0,36319	0,91026	0,399	0,68
Novembro	0,54191	0,69447	0,780	0,43
Dezembro	0,73780	0,98666	0,748	0,45
Janeiro	0,98581	0,71784	1,373	0,16
Fevereiro	0,57432	0,83159	0,691	0,48
Março	0,37833	0,73071	0,518	0,60
Abril	0,63414	0,73451	0,863	0,38
Crescente	0,26011	0,60573	0,429	0,66
Cheia	0,94307	0,45186	2,087	0,05
Minguante	0,98812	0,68482	1,443	0,14
Desvio nulo: 801,58 com 578 graus de liberdade				
Desvio residual: 321,63 com 566 graus de liberdade				
AIC: 347,63				

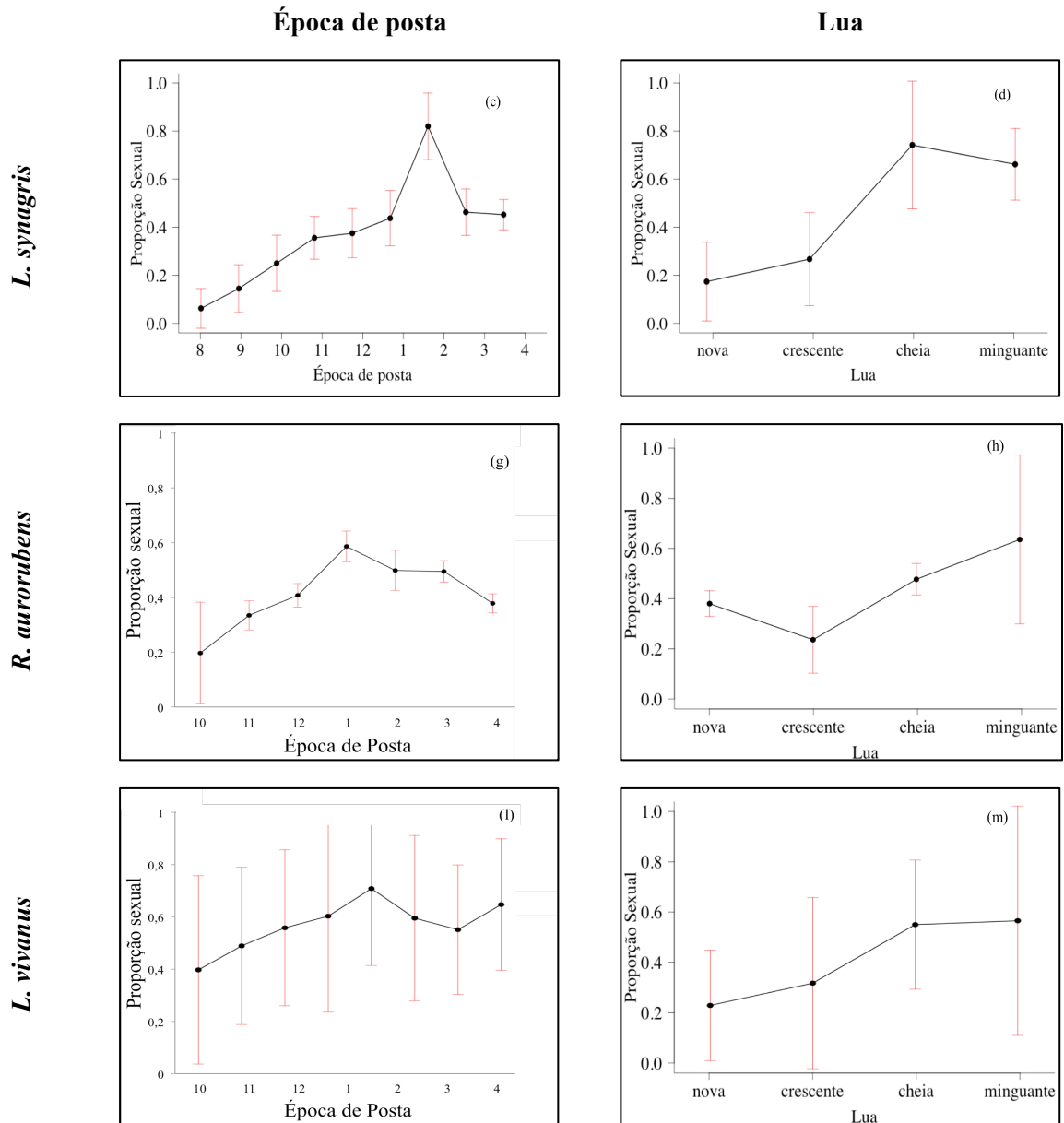


Figura 9: Comportamento da proporção sexual em função do comprimento e sua variação durante a época de posta e as fases da lua. De “a” e “b” *L. synagris* (LUSY), “c” a “d”, *R. aurorubens* (RHAU) e de “e” a “f” *L. vivanus* (LUVI). (Pontos representam as médias e as barras, os intervalos de confiança; desvio padrão representado pelas linhas vermelhas e linhas negras representam a distribuição de frequência da amostra)

3.2.2 Relação peso-comprimento e fator de condição (K)

A relação peso-comprimento por sexo e espécies-alvo está descrita na Figura 10 e seus respectivos parâmetros são mostrados na Tabela 8. O coeficiente de determinação de bondade do ajuste (R^2) é aceitável, situando-se em todos os casos acima de 80%. A hipótese nula de isometria foi refutada para todas as espécies quando se consideram os dois sexos conjuntamente, registrando-se alometria negativa, o que significa dizer que, em lutjanídeos, o peso aumenta mais lentamente que o comprimento. Sexos em separado, se registrou alometria negativa para machos e fêmeas de *L. vivanus* e machos de *R. aurorubens*. O contraste de igualdade de b entre sexos não detectou diferenças significativas.

Tabela 8: Parâmetros da relação peso-comprimento populacional e por sexo para *L. synagris* (LUSY), *R. aurorubens* e *L. vivanus* (LUVI) capturados no Litoral Norte da Bahia para o período de amostragem

Espécie		n	b	R ²	S _b	LI 95%	LS 95%	t valor	p valor	Resultado
LUSY	POP	720	2,922	0,908	0,0345	2,8549	2,9904	-2,243	<0,001	Alometria (-)
	♂	150	3,103	0,876	0,095	2,914	3,293	1,084	0,27	Isometria
	♀	135	3,071	0,902	0,0873	2,891	3,244	0,823	0,41	Isometria
RHAU	POP	703	2,8731	0,856	0,044	2,785	2,960	-2,858	<0,001	Alometria -
	♂	324	2,853	0,847	0,067	2,720	2,986	-2,176	<0,05	Alometria (-)
	♀	379	2,888	0,863	0,051	2,772	3,004	-1,884	0,06	Isometria
LUVI	POP	828	2,792	0,839	0,042	2,709	2,876	-4,884	<0,001	Alometria (-)
	♂	416	2,855	0,841	0,060	2,736	2,975	-2,367	<0,01	Alometria (-)
	♀	412	2,723	0,839	0,058	2,607	2,838	-4,707	<0,001	Alometria (-)
Contraste de igualdade (teste t-student)										(α = 0,05)
					Espécie		valor de t		p	
					LUSY		0,246		0,805	
					RHAU		-0,393		0,693	
					LUVI		1,566		0,117	

POP: população, n: n° indivíduos, b: pendente, R^2 : coeficiente de bondade de ajuste, S_b : erro padrão, LI: limite inferior do intervalo de confiança, LS: limite superior intervalo de confiança, Isometria: $b=3$, Alometria (-): b significativamente < 3

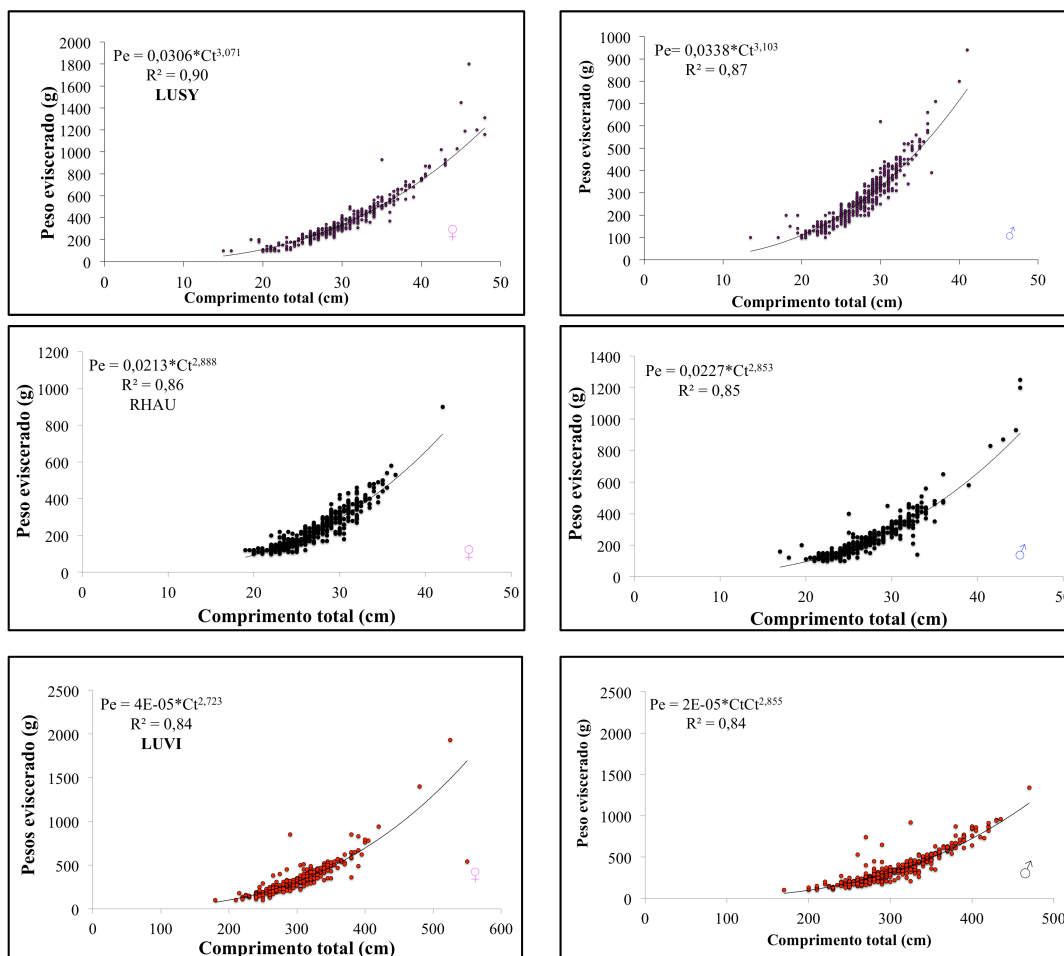


Figura 10: Regressão peso-comprimento para fêmeas (esquerda) e machos (direita) de *L. synagris* (acima), *R. aurorubens* (meio) e *L. vivanus* (abaixo) coletados no Litoral Norte da Bahia (junho 2008 a maio de 2009)

Comportamento temporal do peso, comprimento e fator de condição (K)

Para as três espécies analisou-se a variação sazonal do comprimento, peso e fator de condição dentro do ciclo anual (*L. synagris* e *L. vivanus*: agosto a julho e *R. aurorubens*: outubro a setembro), o qual foi descrito observando-se os meses correspondentes a EP e a ERR de cada espécie e dentro do ciclo lunar (fases da lua). Primeiro, verificou-se a existência de diferenças entre os sexos e depois analisou-se populacionalmente as relações entre as variáveis biológicas Ct, Pe e K em função de cada fator sazonal.

Para a espécie *L. synagris*, capturou-se exemplares que pesavam entre 100 a 1800 g ($\bar{x} = 325 \text{ g}, \pm 175,9$), mediam de 13 a 48 cm ($\bar{x} = 28,7 \text{ cm} \pm 4,8$) e condição entre 1,15 a 1,50 ($\bar{x} = 1,27, \pm 0,30$). Machos e fêmeas diferiram significativamente em peso e comprimento, mas não em condição. A população apresentou variações significativas

entre os meses do CA e entre as fases da lua para o comprimento e a condição, entretanto o peso variou de maneira significativa somente no ciclo lunar (Tabela 9).

Tabela 9: Sumário dos resultados da análise da variância do peso, comprimento e fator de condição entre sexos e populacional em função dos meses do ciclo anual (CA) e do ciclo lunar (Lua) como variáveis de sazonalidade em *L. synagris*

LUSY: <i>L. synagris</i>							
Comprimento em relação ao sexo e em função do mês e da lua							
CA				LUA			
	GL	F	p		GL	F	p
Sexo	1	47,289	0,001	Sexo	1	47,872	0,001
População	11	2,168	0,01	População	3	13,275	0,001
Peso em relação ao sexo e em função do mês e da lua							
CA				LUA			
	GL	F	p		GL	F	p
Sexo	1	53,839	0,001	Sexo	1	54,641	0,001
População	11	0,975	0,46	População	3	7,795	0,001
Fator de condição (k) em relação ao sexo e em função do mês e da lua							
CA				LUA			
	GL	F	p		GL	F	p
Sexo	1	0,053	0,81	Sexo	1	0,052	0,82
População	11	3,749	0,001	População	3	5,229	0,01

Legenda: GL: graus de liberdade, F: distribuição de Fisher, p: nível de significância

O comportamento mensal dos sexos está descrito na Figura 11, estando claro que fêmeas são maiores, mais pesadas, porém de mesma condição que machos. Há uma tendência em ganho de peso em fêmeas ao longo dos meses correspondentes a EP dentro do ciclo anual e perda em machos (agosto a março, Tabela 9).

Os valores médios do comprimento em fêmeas começam em decréscimo nos dois primeiros meses da EP, a partir de quando apresentam ciclos de ascensão-descendência. Na ERR, a tendência é crescente, notadamente nos seus dois últimos meses. Em machos, o CA começa com declínio dos valores médios nos quatro primeiros meses, voltando a subir e descer, estabilizando-se nos seus quatro últimos meses (fevereiro-abril); a ERR (maio-junho) ocorre aumento dos valores médios do comprimento.

Para a condição, o CA inicia com uma tendência cíclica crescente-decrescente em fêmeas e decrescente em machos, com pouca variação para os dois sexos nos cinco últimos meses da época de posta (janeiro-abril), sendo crescente-decrescente nos meses correspondentes a época de regressão-regeneração em ambos sexos.

As maiores fêmeas de *L. synagris* foram coletadas em março e agosto (31,5 cm), as menores em outubro (27 cm). O tamanho dos machos oscilou entre 27 e 28 cm ao longo dos meses de maio a março (à exceção de novembro), tendo sido abril aquele de coleta dos menores exemplares (24 cm). As fêmeas de maior peso foram coletadas em maio (440 g) e as de menor em junho (290 g). Os machos mais pesados em julho e agosto (340g) e em novembro aqueles de menor peso (200 g).

Observou-se diferenças significativas sazonais da população de *L. synagris* no comportamento do Pe e do Ct de acordo ao ciclo lunar, mas não de K (Tabela 9). Em termos de comportamento sazonal das variáveis de interesse, há uma tendência na diminuição do peso e do comprimento de fêmeas entre a fase nova e crescente e de aumento, estabilidade à da cheia, donde decresce à minguante. Em machos, a tendência do Pe e Ct é de decréscimo da nova a crescente, acréscimo à cheia, mas com diminuição em direção à minguante. Já para a condição a tendência sazonal tanto em machos como em fêmeas, é que cresça suavemente entre as claras e esta decresça até a fase minguante (Figura 11).

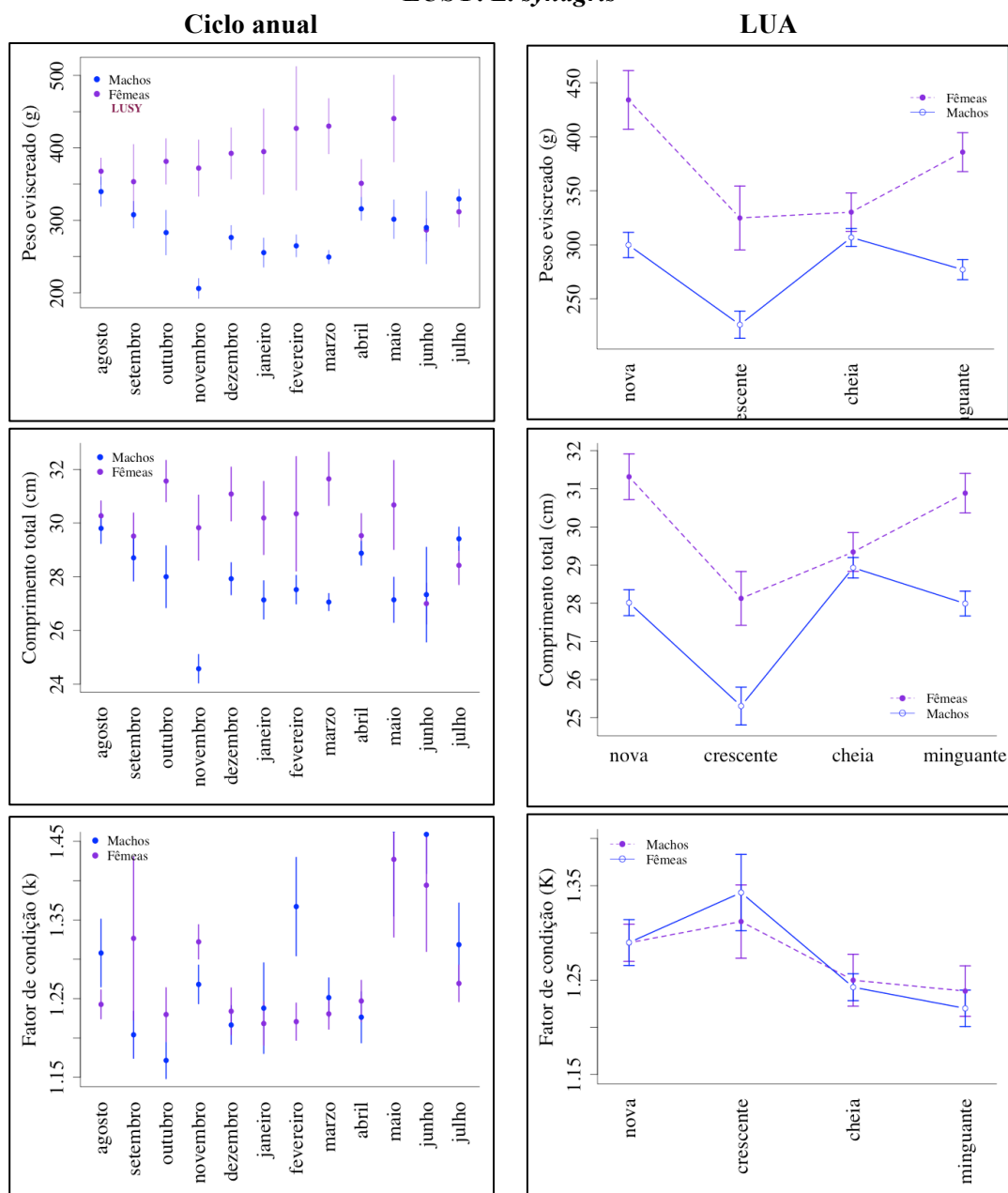
LUSY: *L. synagris*

Figura 11: Comportamento dos valores médios mensais do peso eviscerado (acima), comprimento total (centro) e fator de condição (abaixo) em função dos meses do ciclo anual e do ciclo lunar (Lua) entre machos e fêmeas de *L. synagris*, coletados no Litoral Norte da Bahia (Junho 2008 a Maio de 2009 - Pontos representam as médias, as barras, os intervalos de confiança e as linhas negras a distribuição de frequência da amostra)

Da espécie *R. aurorubens*, amostraram-se indivíduos num intervalo de 17 a 45 cm ($\bar{x} = 24,7 \text{ cm} \pm 4,0$), peso entre 100 a 1000 g ($\bar{x} = 379 \text{ g} \pm 115,5$) e condição de 0.14 a 0,20 ($\bar{x} = 0,17, \pm 0,03$). Diferenças significativas foram encontradas entre os sexos para as variáveis peso e comprimento, mas não para a condição. Populacionalmente foi encontrada variabilidade significativa ao longo dos meses do CA para o Ct, Pe e K, entretanto, com respeito às fases da lua, apenas a condição foi estatisticamente

significativa. Globalmente, machos possuem as maiores médias mensais de peso e comprimento, porém sem diferenças na condição (Tabela 10).

Tabela 10: Sumário dos resultados da análise da variância do peso, comprimento e fator de condição entre sexos e populacional em função dos meses do ciclo anual (CA) e do ciclo lunar (Lua) como variáveis de sazonalidade em *R. aurorubens*.

RHAU: <i>R. aurorubens</i>							
Comprimento em relação ao sexo e em função do mês e da lua							
CA				LUA			
	GL	F	p		GL	F	p
Sexo	1	6,661	0,05	Sexo	1	5,043	0,05
População	11	18,937	0,001	População	3	1,734	0,15
Peso em relação ao sexo e em função do mês e da lua							
CA				LUA			
	GL	F	p		GL	F	p
Sexo	1	8,149	0,01	Sexo	1	6,297	0,05
População	11	17,946	0,001	População	3	0,312	0,81
Fator de condição (k) em relação ao sexo e em função do mês e da lua							
CA				LUA			
	GL	F	p		GL	F	p
Sexo	1	0,922	0,33	Sexo	1	0,859	0,35
População	11	6,273	0,001	População	3	2,947	0,05

Legenda: GL: graus de liberdade, F: distribuição de Fisher, p: nível de significância

A Figura 12 representa o comportamento mensal do Pe, Ct e K de ambos sexos da espécie *R. aurorubens*. Para esta espécie, a tendência descreve aumento e diminuição nos valores médios do Pe e do Ct durante os meses da época de posta, de padrão mais claro de aumento nos meses referentes a ERR.

Em fêmeas, a condição durante o ciclo anual não variou nos dois primeiros meses da EP e, logo após, apresentou uma tendência cíclica de subidas e baixadas. Durante a ERR, os três primeiros meses (maio-julho) experimentaram aumento, decrescendo no dois últimos (agosto e setembro). Já para os machos, a tendência cíclica se mantém durante os meses correspondentes a EP e também nos quatro primeiros da ERR, estabilizando-se apenas nos dois últimos (Figura 12).

Nesta espécie, os maiores exemplares de fêmeas e machos foram coletados em dezembro (30 e 33 cm respectivamente), as menores fêmeas em maio e junho (25 cm) e de machos em maio e julho (25 cm). Setembro foi o mês de coleta das fêmeas e machos

mais pesados (360 g e 430 g, respectivamente) e fevereiro aquele das menores médias (160 g e 170 g, respectivamente).

Em função do fator lua, identificou-se para *R. aurorubens* diferenças significativas sazonais para a condição, mas não para o Ct e Pe. Entre sexos, as variáveis biológicas significativas foram apenas Ct e Pe, mas não a condição, com machos maiores, mais pesados e de mesma condição que as fêmeas (Tabela 10).

O peso das fêmeas tende a ser maior na lua nova e contínuo entre as demais fases; e, nos machos, aumentar da nova a crescente, mantendo-se até a cheia, donde decresce à fase minguante. Fêmeas são maiores na lua nova e menores nas demais fases, sendo que o tamanho dos machos tende a um ligeiro aumento na crescente com queda marcante desta a fase minguante. Sobre a condição a tendência, em fêmeas, é que aumente entre as luas claras, decresça em direção à fase cheia, estabilizando-se na minguante; para os machos, ocorre aumento entre a nova e a cheia e descenso à fase minguante (Figura 12).

RHAU: *R. aurorubens*

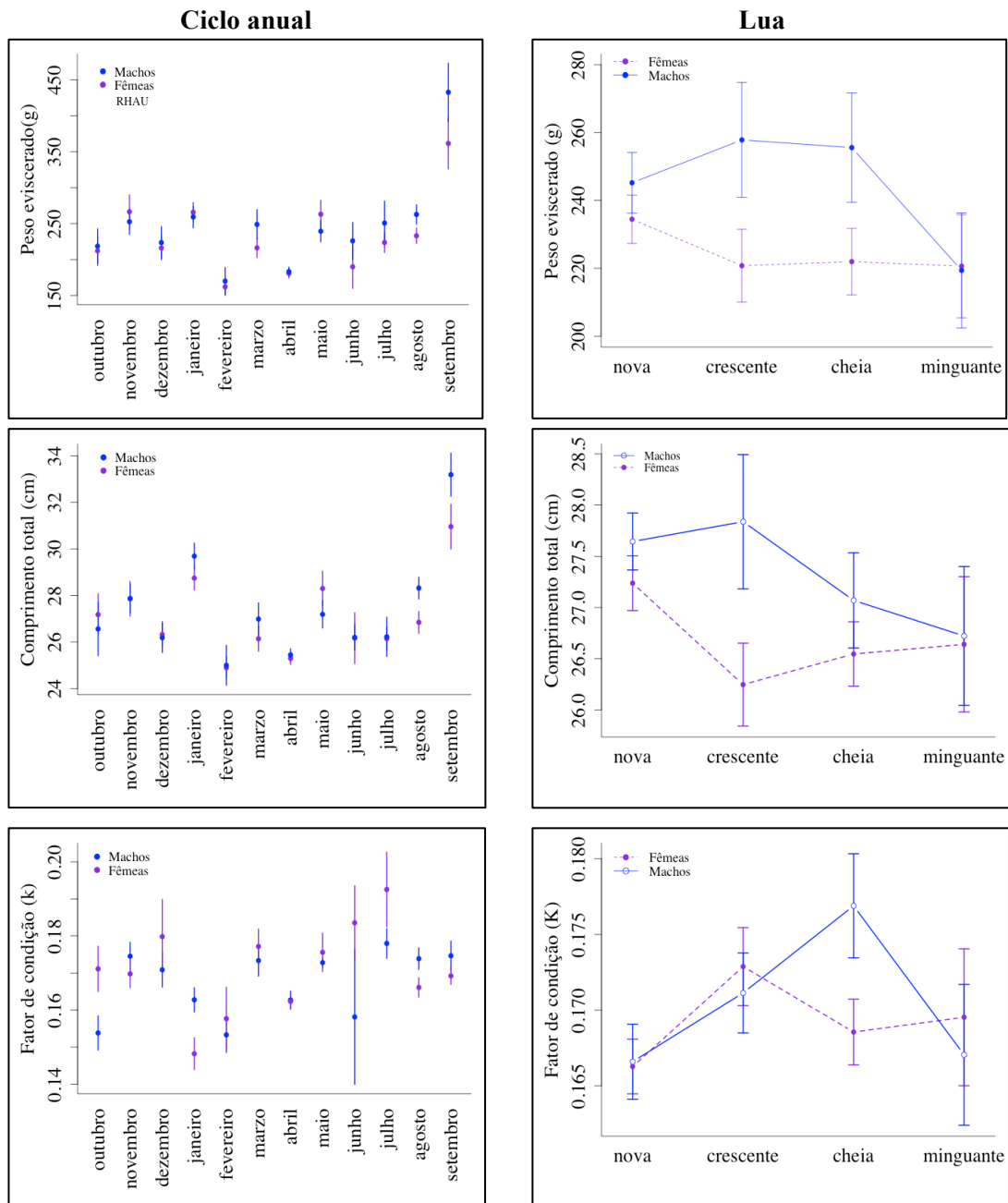


Figura 12: Comportamento dos valores médios mensais do peso eviscerado (acima), comprimento total (centro) e fator de condição (abaixo) em função dos meses do ciclo anual (CA) e do ciclo lunar (Lua) entre machos e fêmeas de *R. aurorubens*, coletados no Litoral Norte da Bahia (Junho 2008 a Maio de 2009 - Pontos representam as médias, as barras, os intervalos de confiança e as linhas negras a distribuição de frequência da amostra)

Os exemplares de *L. vivanus* foram capturados entre 17 a 55 cm (\bar{x} = 30,1 cm \pm 4,3), peso entre 100 e 1930 g (\bar{x} = 340 g \pm 170) e intervalo de condição entre 0,20 a 0,61 (\bar{x} = 2,45,1 \pm 0,25). Machos e fêmeas diferiram significativamente apenas em relação ao peso, mas não em função de Ct e de K e, populacionalmente, identificou-se variações sazonais mensais significativas em função de todas as variáveis biológicas analisadas (Tabela 11).

Tabela 11: Sumário dos resultados da análise da variância do peso, comprimento e fator de condição entre sexos e populacional em função dos meses do ciclo anual (CA) e do ciclo lunar (Lua) como variáveis de sazonalidade em *L. vivanus*

LUVI: <i>L. vivanus</i>							
Comprimento em relação ao sexo e em função do mês e da lua							
CA				LUA			
	GL	F	p		GL	F	p
Sexo	1	1,760	0,18	Sexo	1	1,674	0,19
Mês	11	5,639	0,001	Mês	3	1,859	0,13
Peso em relação ao sexo e em função do mês e da lua							
CA				LUA			
	GL	F	p		GL	F	p
Sexo	1	4,072	0,01	Sexo	1	3,965	0,05
Mês	11	3,481	0,001	Lua	3	2,979	0,05
Fator de condição (k) em relação ao sexo e em função do mês e da lua							
CA				LUA			
	GL	F	p		GL	F	p
Sexo	1	1,433	0,23	Sexo	1	1,374	0,24
Mês	11	4,497	0,001	Lua	3	1,185	0,31

Legenda: GL: graus de liberdade, F: distribuição de Fisher, p: nível de significância

Para *L. vivanus*, a descrição do comportamento do Pe, Ct e K ao longo dos meses considerados para os sexos está na Figura 13. Pode-se observar que machos e fêmeas exibem o mesmo padrão de variabilidade para todas as variáveis biológicas em função dos meses, com machos apresentando médias mensais de Ct globalmente maiores que as fêmeas, porém sem diferir significativamente em peso ou condição (Tabela 11).

O CA inicia com tendência crescente nos valores médios tanto do Pe quanto do CT, experimenta queda no terceiro mês e períodos de ascensão-decréscimo até o final do ciclo (abril), sendo decrescente no final da ERR (junho-julho). Para a condição, os dois primeiros meses do CA exibem diminuição nos valores médios de K e daí, períodos

curtos de acréscimo-decréscimo até o final do ciclo, fechando a ERR de modo decrescente nos seus dois últimos meses (junho-julho).

As maiores fêmeas e machos, foram coletados em janeiro (32 e 33 cm, respectivamente) e as menores em agosto, setembro, novembro e dezembro (29 cm), sendo que os menores machos de agosto a novembro (29 cm). As fêmeas e machos mais pesados foram capturadas em setembro (380 e 490 g, respectivamente) e os de menor peso em julho (280 g, ambos).

De acordo ao fator lua, encontrou-se diferenças sazonais significativas entre sexos em *L. vivanus* apenas para o peso, mas não para o Ct e K (Tabela 11). Em machos e fêmeas, há propensão do aumento do peso entre as luas claras e decréscimo destas às escuras. O comportamento sazonal do Ct em machos sugere um aumento entre a fase nova e crescente, decréscimo em direção a cheia de onde se estabiliza até a minguante; e, em fêmeas, aumento entre as fase nova e cheia, decrescendo até a minguante. Para a condição, ambos sexos experimentam aumento entre as fases claras da lua e decréscimo em direção às fases escuras (Figura 13).

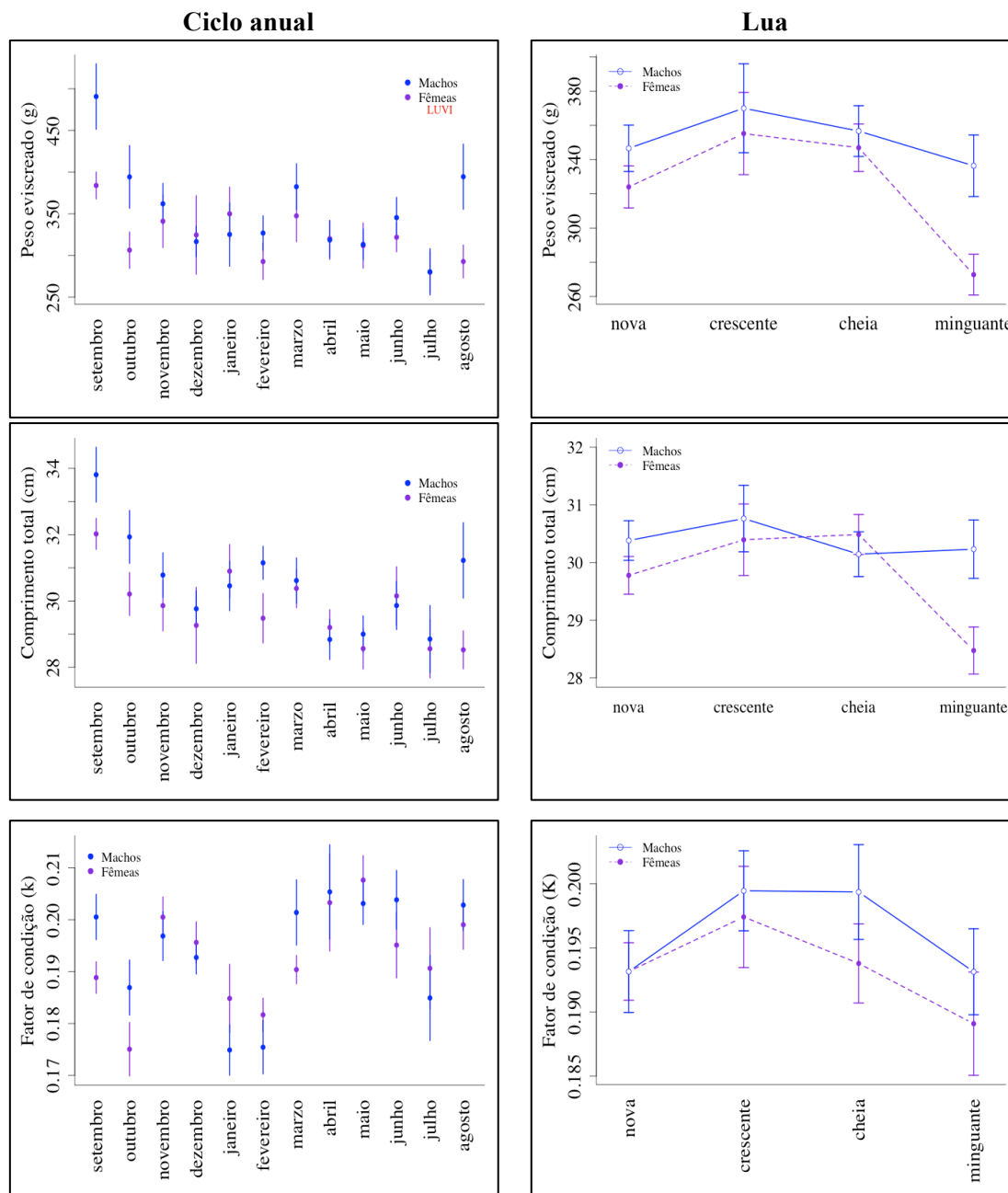
LUVI: *L. vivanus*

Figura 13: Comportamento dos valores médios mensais do peso eviscerado (acima), comprimento total (centro) e fator de condição (abaixo) em função dos meses do ciclo anual (CA) e do ciclo lunar (Lua) entre machos e fêmeas de *L. vivanus*, coletados no Litoral Norte da Bahia (Junho 2008 a Maio de 2009 - Pontos representam as médias, as barras, os intervalos de confiança e as linhas negras a distribuição de frequência da amostra)

Comportamento espacial do peso, comprimento, fator de Condição (K)

Nesta seção foram descritos os padrões de distribuição da abundância de cada espécie em função do rumo como variável espacial. Os análises foram feitos por duas unidades temporais, a época de posta (EP) e a época de regressão-regeneração (ERR). Tomaram-se em conta como fatores as variáveis biológicas Ct, Pe e K dentro da zona de pesca explorada para cada sexo. O rumo é uma variável descrita pelas coordenadas geográficas associadas à direção.

Considerando o conjunto das espécies, os fatores significativos de agrupamento durante a época de posta foram a condição em fêmeas e o comprimento em machos. No período de regressão-regeneração apenas as fêmeas de *R. aurorubens* exibiram padrão estatisticamente significativo de agrupamento, dado por K, fator de igual modo significativo para os machos de todas as espécies (Tabela 12).

Especificamente para a espécie *L. synagris*, tendências na distribuição durante a época de posta foram significativas para fêmeas em função de K e em machos em função do Pe e Ct, durante a ERR, significância foi encontrada apenas em machos e para as variáveis Ct e K (Tabela 12). Assim, na EP, os maiores e mais pesados machos estiveram concentrados ao nordeste e sudoeste da área de amostragem e os pequenos a leste, enquanto na ERR os maiores indivíduos estiveram a noroeste e os menores se mantiveram a leste (Figura 14 e Figura 15).

A distribuição em função da condição durante a EP foi significativa somente em fêmeas, sendo evidente que K aumenta no sentido nordeste-sudoeste. Durante a ERR, apenas os machos apresentaram tendências significativas de agrupamento e apenas em função de K, estando os indivíduos de menores valores concentrados no sentido noroeste, ao borde da mancha recifal (Figura 16).

Já na espécie *R. aurorubens*, a época de posta apresentou padrão de agrupamento significativo em fêmeas para todas as variáveis estudadas, mas, em machos, apenas função do comprimento. Na ERR, padrões de distribuição foram significativos em ambos sexos, no entanto, somente em função da condição (Tabela 12).

Descrevendo o comportamento das fêmeas na EP, temos que as maiores predominaram ao nordeste e as menores ao sudoeste. Por sua vez, os maiores machos ao longo do eixo norte-sul e os menores marginalmente a oeste da mancha recifal (Figura

17). Em relação ao peso, houve predomínio daquelas mais pesadas ao nordeste da mancha, sendo que machos não exibiram tendências significativas (Tabela 12, Figura 18).

Com respeito ao fator de condição, durante a EP, as fêmeas de menor K foram capturadas em um pequeno ponto à leste e as de melhor condição, marginalmente ao redor de toda área de amostrada da espécie. Na ERR, K foi o único fator de agregação significativa para os dois sexos, onde machos se distribuíram seguindo um gradiente crescente nordeste a sudoeste e as fêmeas de melhor condição marginalmente ao nordeste e sudoeste (Tabela 12, Figura 19).

Tabela 12: Resultado dos testes da análise da variância da distribuição espacial da abundância numérica de fêmeas e machos, de acordo com o rumo e em função do peso (Pe), comprimento (Ct) e do fator de condição (K) durante a época de posta e de regressão-regeneração em *L. synagris*, *R. aurorubens* e *L. vivanus*

<i>L. synagris</i>							
Época de posta				Época de regressão-regeneração			
♀	Gl	F	p	♀	Gl	F	p
<i>Pe</i>	3	1,383	0,24	<i>Pe</i>	1	3,298	0,07
<i>Ct</i>	3	2,436	0,06	<i>Ct</i>	1	0,532	0,46
<i>K</i>	3	3,507	0,01	<i>K</i>	1	3,88	0,057
♂	Gl	F	p	♂	Gl	F	p
<i>Pe</i>	3	5,637	0,001	<i>Pe</i>	1	0,577	0,45
<i>Ct</i>	3	5,313	0,001	<i>Ct</i>	1	5,685	0,01
<i>K</i>	3	2,264	0,08	<i>K</i>	1	4,006	0,05
<i>R. aurorubens</i>							
Época de posta				Época de regressão-regeneração			
♀	Gl	F	p	♀	Gl	F	p
<i>Pe</i>	2	3,793	0,05	<i>Pe</i>	2	0,196	0,82
<i>Ct</i>	2	5,845	0,01	<i>Ct</i>	2	0,058	0,9
<i>K</i>	2	6,813	0,01	<i>K</i>	2	4,56	0,05
♂	Gl	F	p	♂	Gl	F	p
<i>Pe</i>	2	2,841	0,06	<i>Pe</i>	2	0,656	0,52
<i>Ct</i>	2	4,231	0,05	<i>Ct</i>	2	1,661	0,19
<i>K</i>	2	0,397	0,67	<i>K</i>	2	5,856	0,001
<i>L. vivanus</i>							
Época de posta				Época de regressão-regeneração			
♀	Gl	F	p	♀	Gl	F	p
<i>Pe</i>	3	0,552	0,64	<i>Pe</i>	2	1,212	0,3
<i>Ct</i>	3	1,434	0,23	<i>Ct</i>	2	0,666	0,51
<i>K</i>	3	0,885	0,01	<i>K</i>	2	2,988	0,53
♂	Gl	F	p	♂	Gl	F	p
<i>Pe</i>	3	0,552	0,64	<i>Pe</i>	2	1,876	0,15
<i>Ct</i>	3	3,207	0,05	<i>Ct</i>	2	0,864	0,42
<i>K</i>	3	3,773	0,05	<i>K</i>	2	4,289	0,05

Legenda: : Gl: graus de liberdade, F: distribuição de Fisher, p: nível de significância

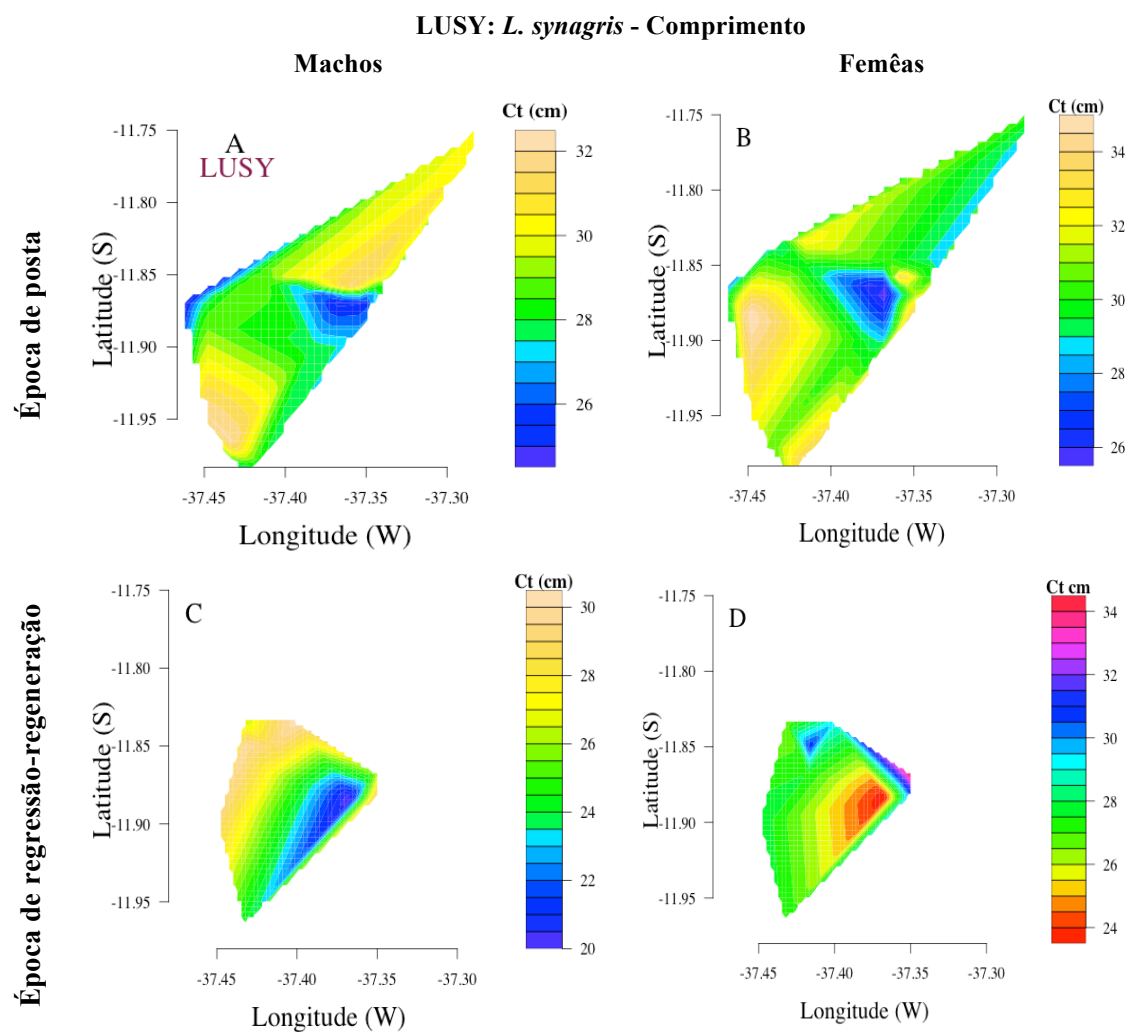


Figura 14: Distribuição de machos (A e C) e fêmeas (B e D) de *L. synagris* por comprimento total (Ct) durante a época de posta (acima) e a época de regressão-regeneração (abaixo) na área de amostragem (Litoral Norte da Bahia, Junho 2008 a agosto 2009)

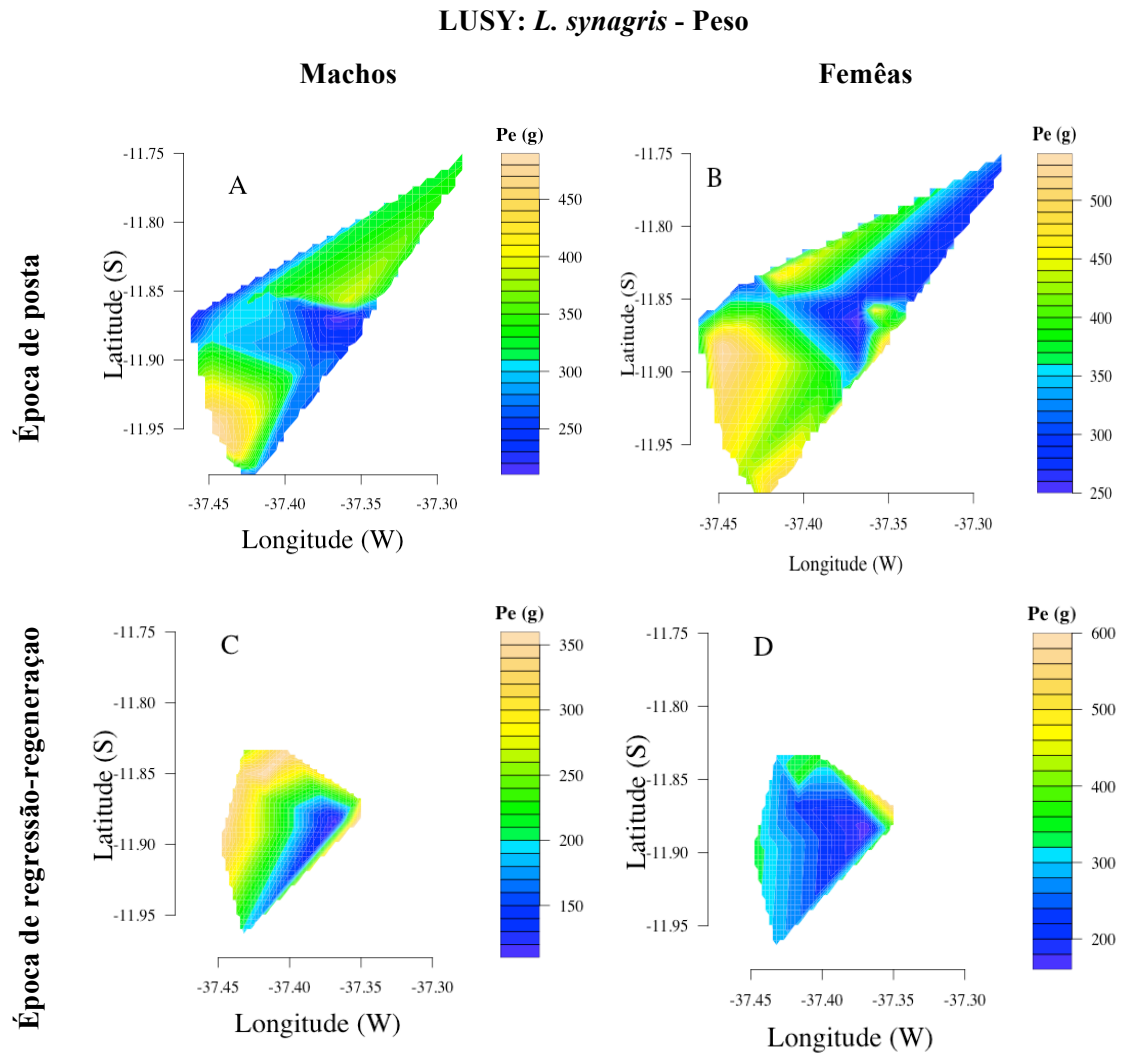


Figura 15: Distribuição de machos (A e C) e fêmeas (B e D) de *L. synagris* por peso eviscerado (Pe) durante a época de posta (acima) e a época de regressão-regeneração (abaixo) na área de amostragem (Litoral Norte da Bahia, Junho 2008 a agosto 2009)

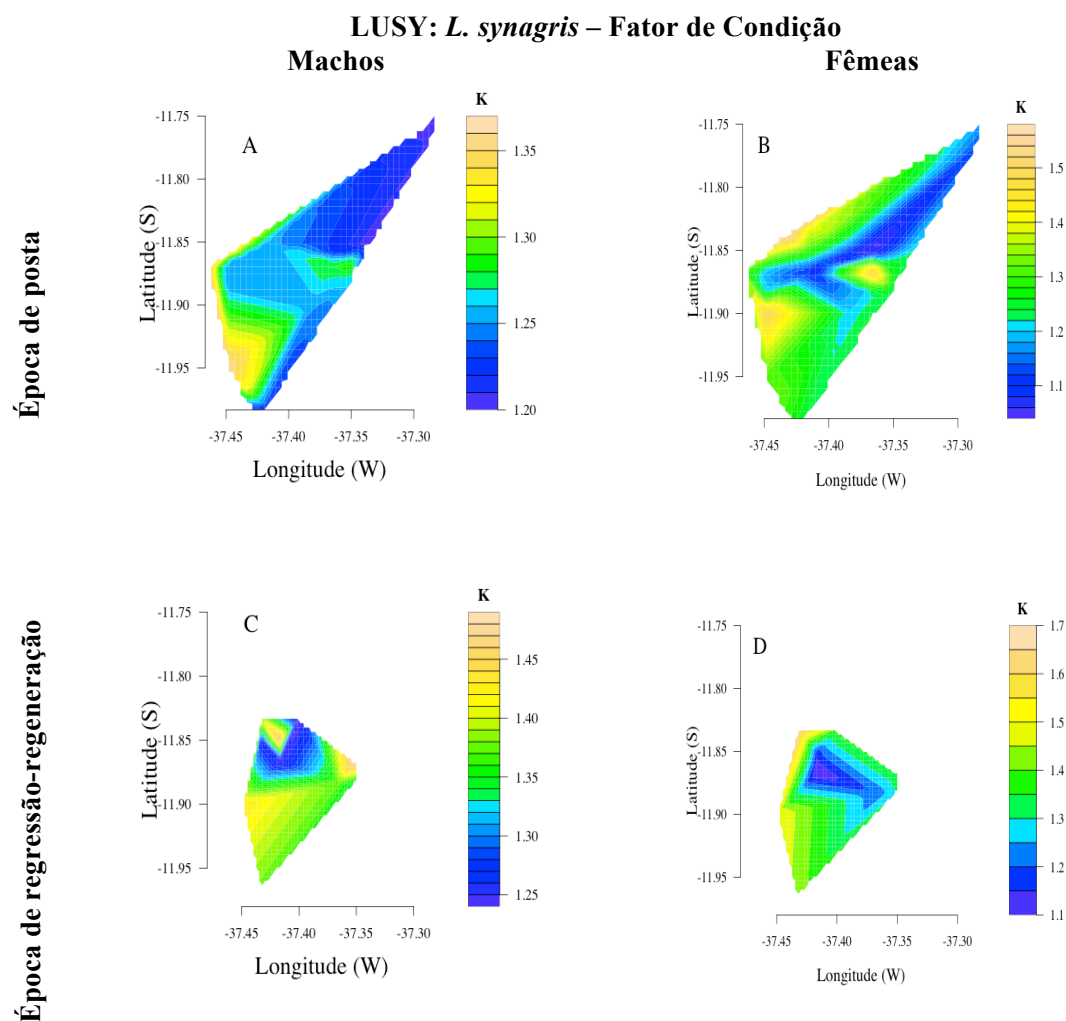


Figura 16: Distribuição de machos (A e C) e fêmeas (B e D) por fator de condição (K) durante a época de posta (acima) e a época de regressão-regeneração (abaixo) em *L. synagris* na área de amostragem (Litoral Norte da Bahia, Junho 2008 a agosto 2009)

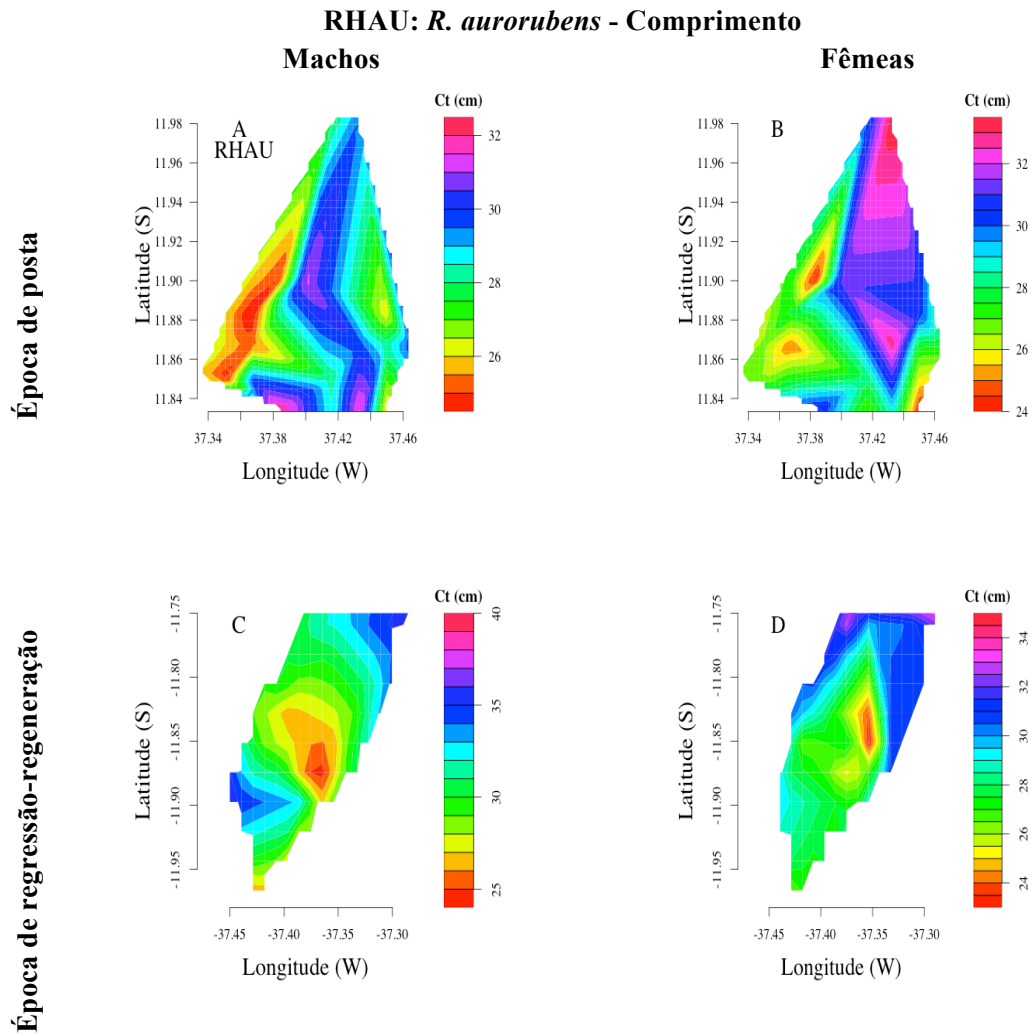


Figura 17: Distribuição de machos (A e C) e fêmeas (B e D) de *R. aurorubens* por comprimento total (Ct) durante a época de posta (acima) e a época de regressão-regeneração (abaixo) na área de amostragem (Litoral Norte da Bahia, Junho 2008 a agosto 2009)

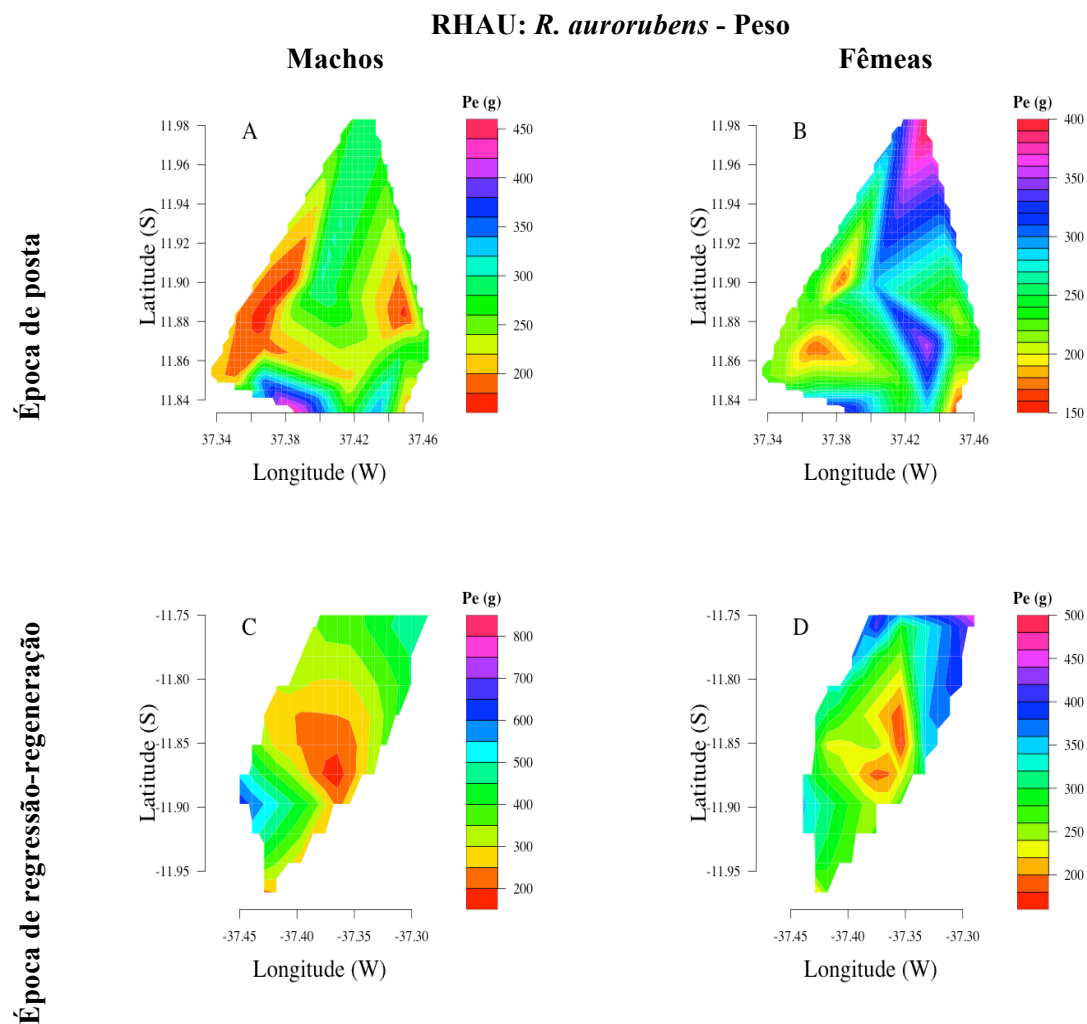


Figura 18: Distribuição de machos (A e C) e fêmeas (B e D) de *R. aurorubens* por peso eviscerado (Pe) durante a estação reprodutiva (acima) e a estação de regressão-regeneração (abaixo) na área de amostragem (Litoral Norte da Bahia, Junho 2008 a agosto 2009)

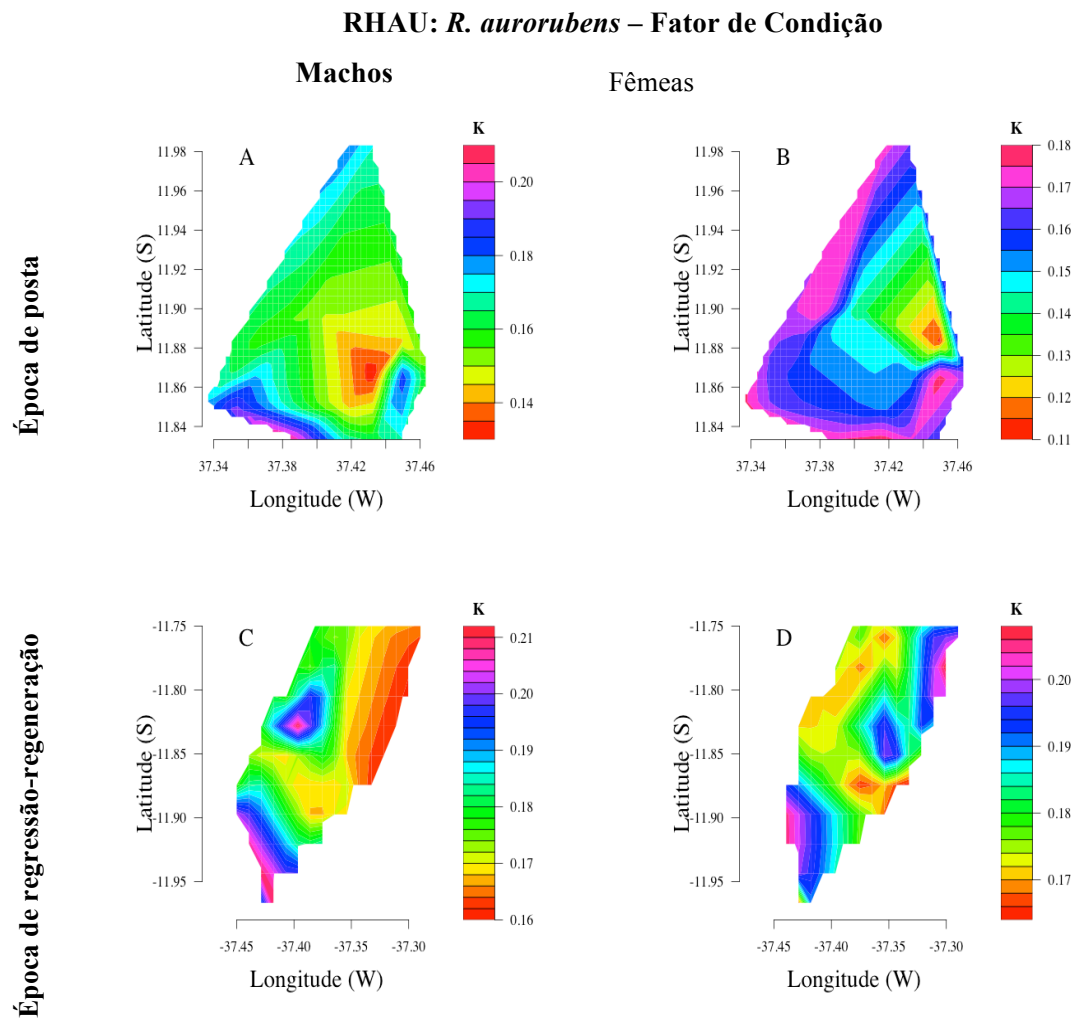


Figura 19: Distribuição de machos (A e C) e fêmeas (B e D) de *R. aurorubens* por fator de condição (K) na área de amostragem de durante a estação reprodutiva (acima) e a estação de regressão-regeneração (abaixo) na área de amostragem (Litoral Norte da Bahia, Junho 2008 a agosto 2009)

Para a espécie *L. vivanus*, a época de posta apresentou tendências significativas de agrupamento em função do Ct e K para machos e K para fêmeas, entretanto, durante a época de regressão-regeneração, apenas para os machos e em função da condição (Tabela 12).

Em função do comprimento, em machos tem-se uma disposição crescente que vai de noroeste a sudeste na área amostral durante a EP, fator de tendências não significativas em fêmeas. Na ERR, para ambos sexos, nem o comprimento tampouco o peso foram significativos (Tabela 12, Figura 20 e Figura 21).

A condição foi significativa em ambos sexos durante a posta, mas na ERR, somente em machos. Na EP, um ponto sudoeste ($\approx 37^{\circ} 40'$) de agregação dos indivíduos de menor condição é nítido, tanto para machos quanto para fêmeas, estando os de melhor condição distribuídos por toda a área de amostragem, padrão que se repetiu significativamente para machos durante a ERR (Tabela 12, Figura 22).

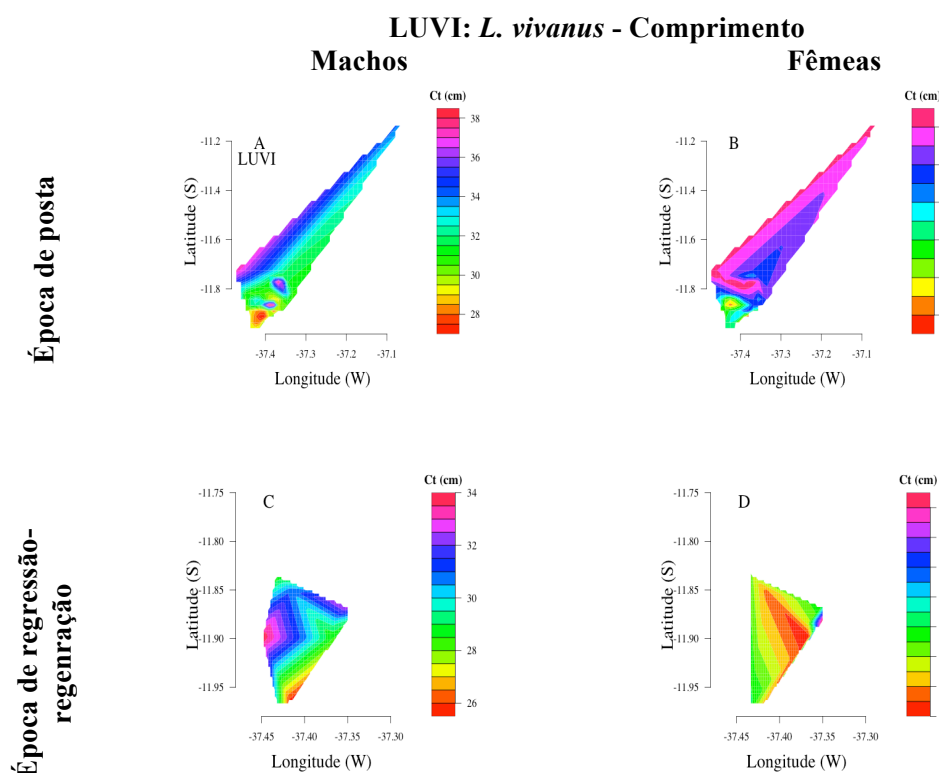


Figura 20: Distribuição de machos (A e C) e fêmeas (B e D) de *L. vivanus* por comprimento total (Ct) durante a época de posta (acima) e a época de regressão-regeneração (abaixo) na área de amostragem (Litoral Norte da Bahia, Junho 2008 a agosto 2009)

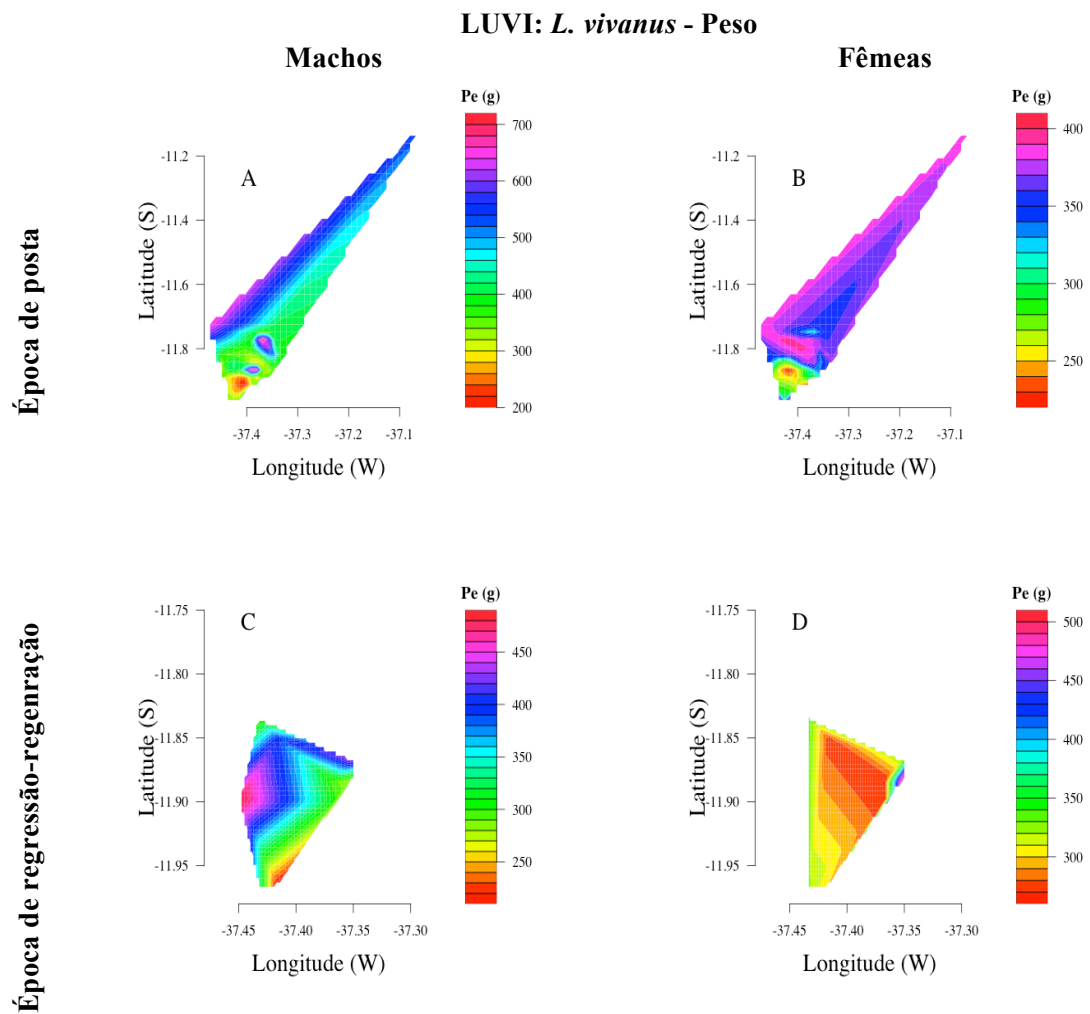


Figura 21: Distribuição de machos (A e C) e fêmeas (B e D) de *L. vivanus* por peso eviscerado (Pe) durante a estação reprodutiva (acima) e a estação de regressão-regeneração (abaixo) na área de amostragem (Litoral Norte da Bahia, Junho 2008 a agosto 2009)

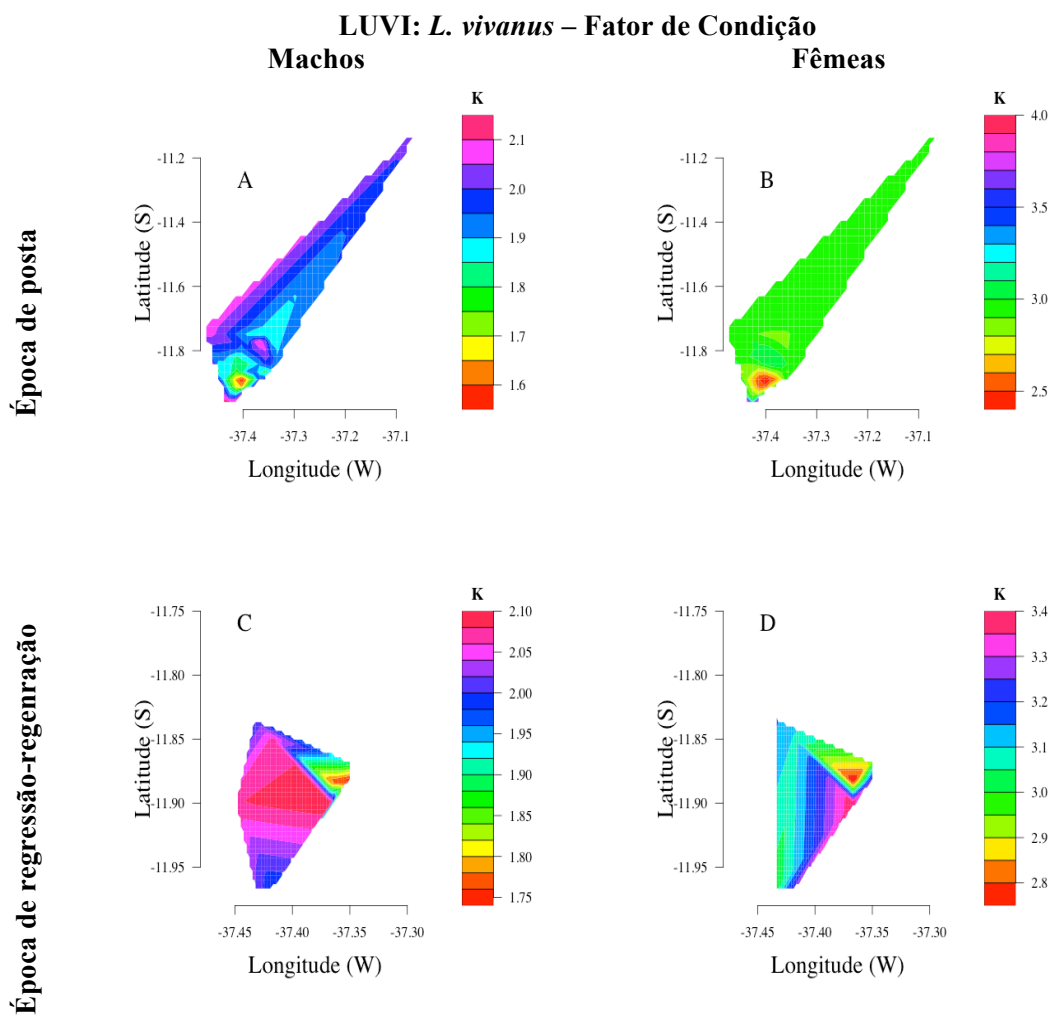


Figura 22: Distribuição de machos (A e C) e fêmeas (B e D) de *L. vivanus* por fator de condição (K) durante a estação reprodutiva (acima) e a estação de regressão-regeneração (abaixo) na área de amostragem (Litoral Norte da Bahia, Junho 2008 a agosto 2009)

Distribuição Espaço-Temporal das Operações de Pesca e Capturas

Os limites da atividade de pesca, estiveram entre 11°20' a 11°98'S e 37°10' a 37°46'W, os quais se corresponderam a própria área de exploração habitual da frota nesta região (Figura 23).

A análise global desta distribuição refletiu três diferentes padrões de zonas de captura para cada espécie e por época considerada. Durante a EP, a espécie *L. vivanus* foi aquela que apresentou a menor área de captura (11°20' a 11°80' e 37°10' a 37°40'), seguida por *L. synagris* (11°75' a 11°95' e 37°30' a 37°45') e *R. aurorubens* (11°84' a 11°98' e 37°34' a 37°46'). Na ERR foi observada uma diminuição na zona de captura em todas as espécies, no entanto de modo mais pronunciado em *L. synagris* e *L. vivanus*, que exibiram retração em sua distribuição latitudinal e longitudinal. Em *R. aurorubens*, esta redução foi muito pronunciada longitudinalmente (ver mapas produzidos ao longo da seção anterior).

Examinou-se a CPUE por espécie entre os períodos dia e noite em função apenas das variáveis sazonais Estações Naturais (EN) e Lua, havendo relação significativa com o período de pesca (Tabela 13). As demais variáveis sazonais não puderam ser consideradas, por algumas categorias exibirem demasiados zeros.

A frequência de captura por EN e Lua está descrita na Figura 24. No cômputo geral, as capturas de Lutjanidae foram prioritariamente noturnas em função de ambas variáveis sazonais. Em *L. synagris*, a tendência é crescente nas capturas noturnas da primavera ao verão e do outono ao inverno, não ocorrendo capturas diurnas na primavera-verão, mas que ocorrem no outono-inverno com declínio entre estas estações.

Em *R. aurorubens*, as capturas noturnas aumentam da primavera ao verão e tendem a decrescer de modo discreto em direção ao inverno, sendo as diurnas muito baixas na primavera, inexistente no verão e decrescentes do outono ao inverno. Já para *L. vivanus*, as capturas noturnas são crescentes da primavera ao outono, decrescendo no inverno. Por sua vez, as diurnas são baixas na primavera, inexistentes no verão e decrescem acentuadamente do outono ao inverno (Figura 24).

Com respeito às fases da lua, as capturas também prevaleceram à noite em todas as espécies. Para *L. synagris* identificou-se uma tendência decrescente na CPUE noturna da lua nova à minguante, com as menores capturas na fase crescente, tendo sido as

capturas diurnas crescentes da lua nova à minguante, tendo sido esta última fase a de maior CPUE (Figura 24).

Para a espécie *R. aurorubens*, as capturas noturnas decrescem da nova a crescente e da cheia a minguante, sendo que as diurnas não ocorrem nas fases crescente e minguante e diminuem entre a nova e a cheia. Para *L. vivanus* as capturas noturnas também decrescem da nova à crescente da cheia à fase minguante, mas nas diurnas da nova à crescente, aumentando à fase cheia. Na fase minguante não houve capturas (Figura 24).

Tabela 13: Resultado do teste Chi-quadrado de Pearson utilizado para comparar a captura por unidade de esforço entre o período de pesca em função das variáveis de sazonalidade em *L. synagris* (LUSY), *R. aurorubens* (RHAU) e *L. vivanus* (LUVI)

LUSY				RHAU			LUVI		
ΔS_{saz}	Gl	χ^2	p	Gl	χ^2	p	Gl	χ^2	p
Lua	3	76,74	0,001	3	41	0,001	3	30,88	0,001
EN	1	75,15	0,001	1	112,8	0,001	3	92,82	0,001

Legenda: ΔS_{saz} : variável sazonal, Gl: graus de liberdade, χ^2 = valor de chi, p: nível de significância, EN: estações naturais

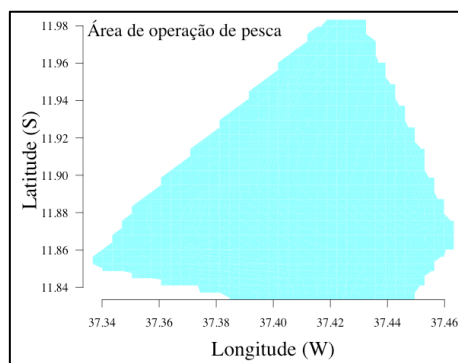


Figura 23: Área total das operações de pesca na zona de estudo, Litoral Norte da Bahia (Junho 2008 a Maio de 2009)

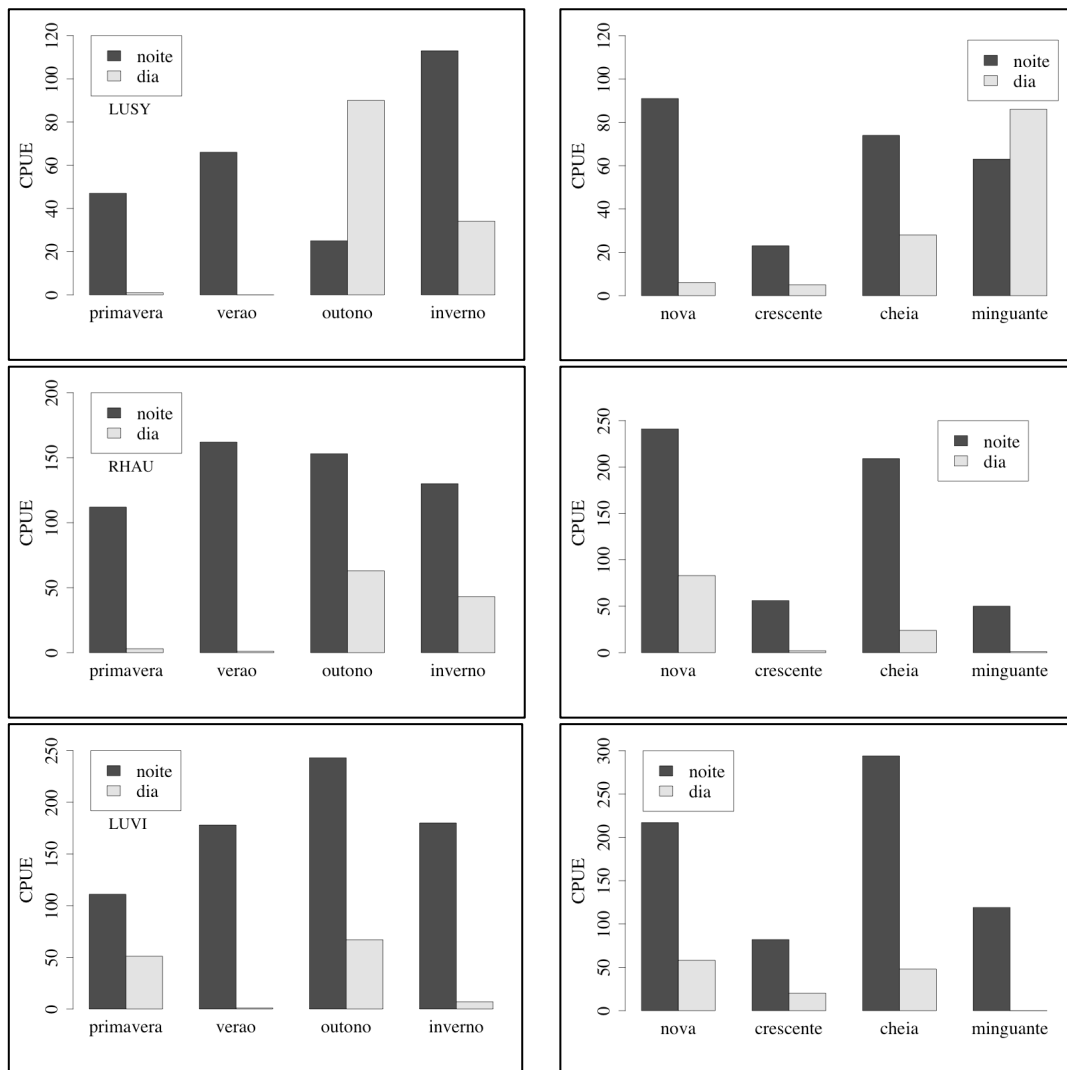


Figura 24: Captura por unidade de esforço (CPUE) por período de pesca de acordo com as estações naturais (esquerda) e fases da lua (direita) de *L. synagris* (acima), *R. aurorubens* (meio) e *L. vivanus* (abaixo) coletados no Litoral Norte da Bahia (junho 2008 a maio de 2009)

3.2.3 Desenvolvimento gonadal

A Tabela 14 indica o total de fêmeas analisadas macroscopicamente e histologicamente por espécie e empregadas para a classificação das fases de desenvolvimento gonadal, permitindo realizar comparações entre os dois modos de classificação e acessar informações acerca das estratégias e temporalidade reprodutiva com o uso dos dados histológicos.

Tabela 14: Número de fêmeas coletadas por mês analisadas para o período de estudo

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
LUSY	29	13	28	48	20	6	33	48	37	23	29	25	339
RHAU	58	24	41	78	10	3	44	67	15	17	21	27	405
LUVI	30	25	59	42	47	37	17	39	61	31	25	17	430

Escala Macroscópica

A prancha de identificação dos estágios de maturação macroscópica gonadal foi construída considerando a forma das gônadas, coloração, vascularização, turgidez e tamanho relativo à cavidade celomática. A Tabela 15 descreve as particularidades para as fêmeas do grupo de espécies estudadas, as quais estão visualmente ilustradas na Figura 25. Machos não foram alvo dos estudos reprodutivos neste trabalho, mas uma descrição e prancha ilustrativa para o auxílio na separação de sexos foi também construída (Tabela 16 e Figura 26).

O primeiro objetivo cumprido foi a descrição das fases de maturação macroscópica para Lutjanidae, a qual foi referência para as três espécies, contando com a identificação de seis estágios em fêmeas (de “A” a “E”, C1 e C2 incluídos) e quatro em machos (de “A” a “D”): A: imaturo ou virgem, B: em maturação, C: maduro inicial, C1: Maduro avançado, C2: maduro com ovos hidratados, D: esvaziado ou em recuperação e “E”: repouso. A característica mais acurada à separação das fases foi a vascularização.

A fase A está descrita por gônadas não capilarizadas, filiformes e translúcidas. Pouca capilarização transversal sem ramificações identificava o estágio B, calibres mais grossos e pouco ramificados, o estágio C. Capilares severamente ramificados, demarcavam o umbral entre os estágios C1 e C2 e a presença de ovócitos hidratados

assegurava a definição do estágio C2. O aspecto conjuntivo definiu o estágio D e ao mesmo tempo o separava do estágio E.

A presença de discretos vasos de aspecto hemorrágico foram usados para separar os estágios A e “E”. A proporção que a gônada ocupa na cavidade celomática foi relativa, pois os ovários podiam ser do mesmo tamanho, diferenciando-se no volume, ademais de ser de difícil mensuração durante as operações de pesca, assim que este critério não foi valioso na elaboração da escala macroscópica do grupo. A coloração variou entre todos os estágios, de modo acentuado nos estágios A, D e “E” (rosácea a alaranjada) e o estado de flacidez foi relativo e demasiado subjetivo para fêmeas.

Identificou-se a presença de tecido adiposo, ou gordura mesentérica, a qual foi apenas registrada, mas não contabilizada neste estudo, a qual se formava paralelamente à gônada, tanto em machos como em fêmeas de todas as espécies, aumentando em volume de acordo com o estágio de maturação e diminuindo nos estágios “C2” (♂♀) a “E” (apenas ♀) e não identificados na fase “A” e “D” para machos. A coloração deste tecido pode ser alaranjada (somente em ♂) ou esbranquiçada (♂♀). Este tecido pode ser fonte de confusão no momento da classificação das fases em machos, quando apresenta coloração esbranquiçada.

Tabela 15: Descrição anatômica das fases de maturação macroscópica gonadal em fêmeas de Lutjanidae (Características mais destacadas sublinhadas)

ESTADIO A (imaturo ou virgem)	ESTADIO B (em maturação)
Filiformes, translúcidos ou alaranjados, justapostos à parede dorsal <u>Sem</u> sinais de vascularização, Ovidutos longos (gônadas não alcançam o poro genital) <u>Sem</u> ovócitos a olho nu	Ocupam mais espaço que em A Oviduto tubular delgado, + curto, <u>gônadas mais próximas do poro genital</u> <u>Capilares</u> de pequeno calibre - <u>não</u> se distinguem vasos sanguíneos <u>Com</u> grânulos (ovócitos)* opacos
ESTÁDIO C (maduro)	
<u>Ocupam</u> \approx a totalidade da cavidade celomática, túrgidos com aglomerados de grânulos grandes, amarelados ou translúcidos, vascularização mais destacada que em B, ovidutos preenchidos com estes grânulos	
C1: Maturação inicial: Ovócitos grandes e opacos Vascularização difusa com <u>vasos de grosso calibre bem demarcados</u>	C2: Maturação final: <u>Ovócitos bem grandes e translúcidos</u> Vascularização generalizada com vasos de grosso e pequeno calibre bem demarcados <u>Capilares</u>
ESTÁDIO D (esvaziado em recuperação)	ESTÁDIO E (repouso)
Ovários com membrana de aspecto conjuntivo com <u>zonas hemorrágicas</u> <u>Grandes mas não volumosos</u> , pouco + de 1/3 da cavidade celomática	<u>Não são translúcidos</u> como em A Rosáceos a avermelhados <u>Fraca</u> vascularização <u>Menos</u> de 1/3 da cavidade celomática, porém maior que em A <u>Sem</u> ovócitos a olho nu

Tabela16: Descrição anatômica dos estádios de maturação macroscópicos gonadal para machos em Lutjanidae. Características mais destacadas sublinhadas

ESTADIO A (imaturo ou virgem)	ESTADIO B (em maturação)
<u>Filiforme, translúcido</u> a branco-rosáceo, justapostos à parede dorsal Ocupam até 1/3 da cavidade celomática	De esbranquiçados a rosados, <u>lobados</u> Membrana se rompe sob forte pressão Esperma <u>viscoso</u> e <u>leitoso</u> Ocupam mais de 1/3 da cavidade celomática Crescem em comprimento e diâmetro com respeito ao estágio A
ESTÁDIO C (MADURO)	ESTÁDIO D (esvaziado em recuperação)
<u>Túrgidos</u> com forma totalmente lobada Membrana <u>se rompe sob a menor pressão</u> Esperma <u>fluido</u> Apresenta mesmo padrão de coloração de B, podendo ou não variar em tamanho	Lóbulos <u>flácidos</u> e de aspecto desidratado, rosáceos Mantém as mesmas proporções em comprimento Membrana não se rompe sob pressão

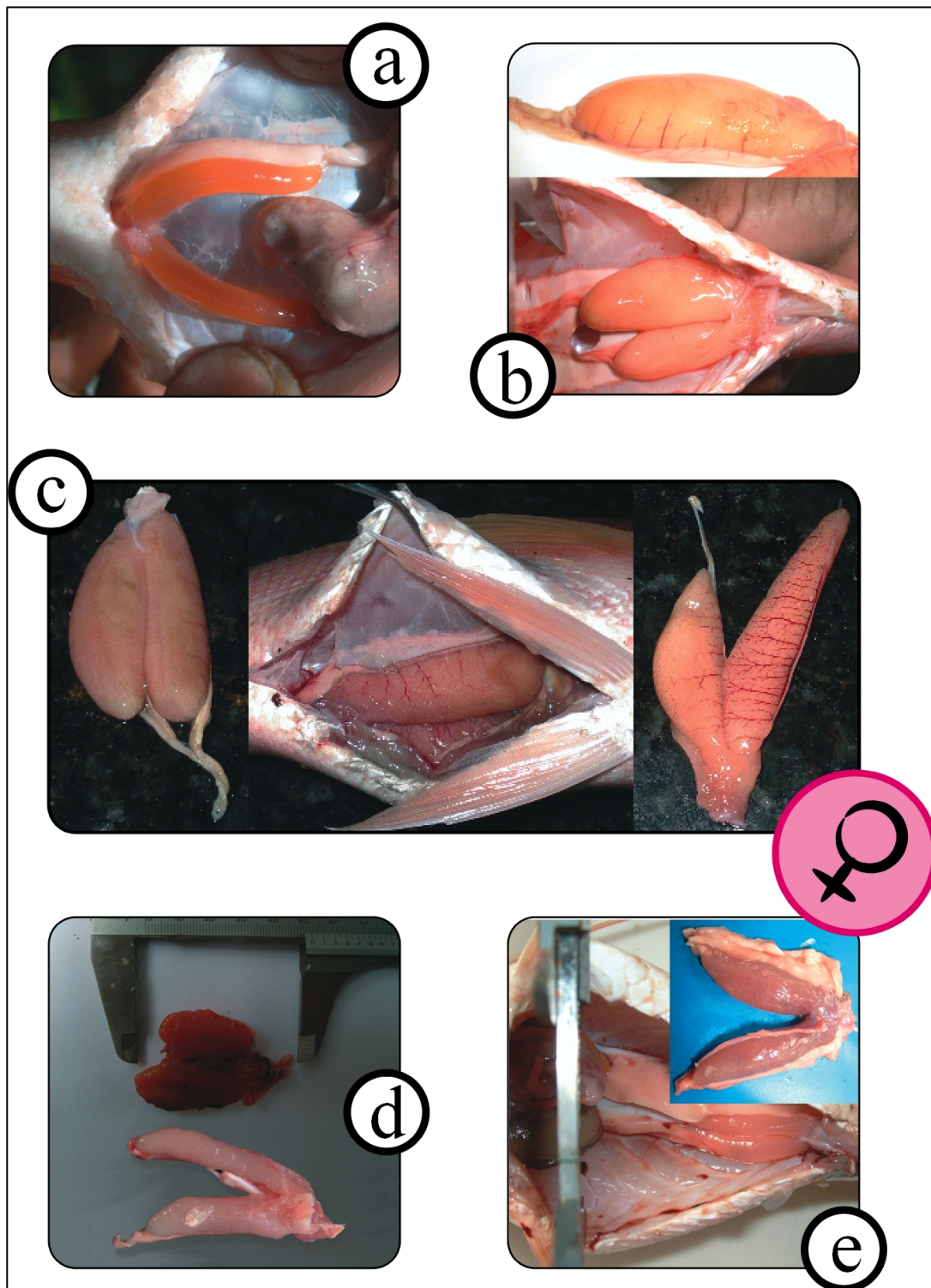


Figura 25: Escala de maturação macroscópica gonadal definida para fêmeas de *Lutjanidae*. As letras correspondem as diferentes fases: a= imaturo; b= em maturação; c= maduro; d= esvaziado; e= repouso

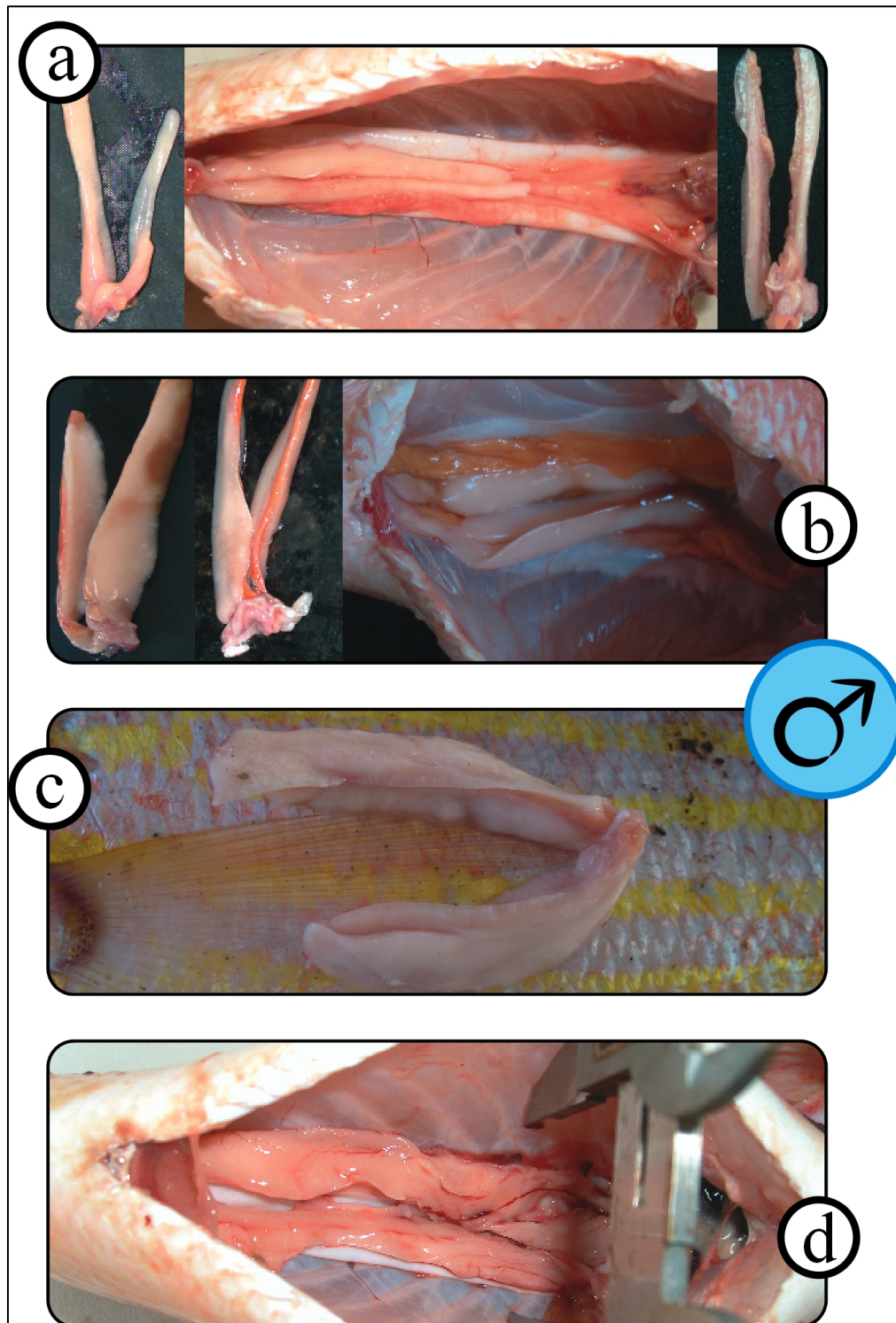


Figura 26: Escala de maturação macroscópica gonadal definida para machos de *Lutjanidae*. As letras correspondem as diferentes fase: a= imaturo; b= em maturação; c= maduro; d= esvaziado

Escala Microscópica

A escala microscópica de desenvolvimento gonadal de Lutjanidae foi construída a partir da análise histológica dos ovários de cada espécie, inicialmente pela identificação das fases dos estágios ovocitários (Figura 27), as quais, em combinações específicas de ocorrência, definiram as fases do desenvolvimento gonadal.

Estágios dos ovócitos

Aqui são descritas a morfologia e estrutura dos ovócitos em seus diferentes estágios de desenvolvimento.

Crescimento Primário

Os dois estágios de desenvolvimento do ovócito correspondentes ao crescimento primário (CP), cromatina nucleolar e perinucleolar, estão bem definidos e diferenciados nas gônadas desta espécie, sendo observado em todos os indivíduos e fases de desenvolvimento gonadal.

Crescimento secundário

Fase alvéolos corticais (CA): a determinação deste estágio se baseou na resposta acidófila (coloração rosa à tinção H&E) da membrana citoplasmática, inclusive naqueles com resposta incipiente, a qual aparece rodeada por uma camada de células foliculares. Os alvéolos corticais iniciam difusamente no citoplasma, depois, aumentam de tamanho e se concentram medianamente distribuídos perinuclearmente, adotando o aspecto mais classicamente apresentado. Sob a tinção H&E são brancos.

Vitelogênese: pôde ser dividida em inicial (Vit1), intermediária (Vit2) e avançada (Vit3). Entre os dois primeiros estádios há um aumento gradativo na concentração e tamanho das gotas de vitelo, sendo a distribuição inicial pericitoplasmática, passando a ocupar completamente

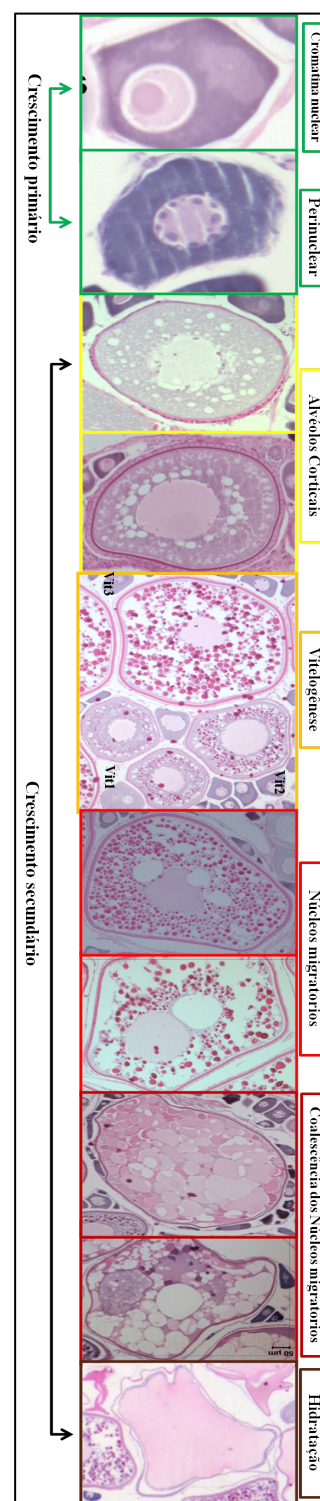


Figura 27: Estágios do desenvolvimento dos ovócitos em *L. synagris* (Objetivo: 10x)

o ovócito no estágio intermediário. Em Vit3 há um aumento na espessura da membrana citoplasmática, no tamanho e distribuição do vitelo assim como dos vacúolos lipídicos (alvéolos). A divisão de Vit1 e Vit2 foi útil para determinar o limite entre os estágios D2 e SC.

Maturação ovocitária: É a fase final, pela qual o ovócito prepara-se para a ovulação e esteve dividida em dois estádios: a) Migração da vesícula germinal ou Núcleos migratórios, que começa com a marginação do núcleo por alguns vacúolos lipídicos aumentados consideravelmente de tamanho em franco processo de aglutinação e remata quando os vacúolos lipídicos estão completamente aglutinados formando uma única grande gota lipídica sempre associada ao deslocamento lateral do núcleo; b) Hidratação, a fase final registrada, amorfa e sem diferenciação de nenhuma estrutura do ovócito.

Atresia: é o processo de absorção folicular e que pode ocorrer em qualquer estágio ovocitário, menos em CP. Em Lutjanidae, foram identificados três tipos: a) **Alpha atresia (α):** córion de aparência irregular formando “ondas” ou fragmentando, similar a uma linha “pontilhada”. Vitelo fundido e vesículas lipídicas com forma alveolar em maior ou menor estado de avanço (Figura 29N) e b) **Beta atresia (β):** córion e vitelo não distinguíveis. Nítida alveolização lipídica (Figura 29N) e c) **Estruturas císticas:** folículos hidratados em reabsorção que não completam o processo de atresia foram identificadas em fêmeas com ovos hidratados (Figura 29O).

A Tabela 17 indica a prevalência de atresia por fase de desenvolvimento gonadal e mostra que a maior frequência deste estágio em *L. synagris* e *L. vivanus* ocorre em fêmeas em capacidade de pôr (52, 62%) e em *R. aurorubens* naquelas em regeneração (44%).

Tabela 17: Prevalência de atresia por fase de maturação gonadal (valores em porcentagem)

Atresia	D1	D2	SC	AS	RG	RN
LUSY	6,56	1,64	52,46	20,49	3,28	15,57
RHAU	9,24	1,09	23,37	5,98	16,30	44,02
LUVI	5,0	-	62,86	25,0	5,71	1,43

Legenda: D1: desenvolvimento inicial, D2: desenvolvimento final, SC: capaz de pôr, AS: em atividade de posta, EG: regressão, RN: regeneração

Folículos pós-ovulatórios (POFs) : se refere a membrana rompida que envolve o ovócitos. Para o grupo, foram identificados três estágios, sem concorrência dos estágios recente e intermediário (um dos signos da fase AS), com os antigos, os quais ocorreram em 100% das fêmeas em SC. Foram eles: POFs recentes: de folículo grandes facilmente distinguível com células ainda alinhadas, formando uma linha sinuosa e de lúmen claramente visível e destacado (Figura 29J), b) POFs intermediários: folículo perde a forma sinusoidal destacada com diminuição do lúmen. Células começam a perder o alinhamento e a apresentar compactação entre elas.(Figura 29L) e c) POFs antigos: folículo pequeno, totalmente compactado com células completamente desagregadas, perda total do aspecto sinusóide. Lúmen apenas visível ou está ausente (Figura 29F).

Parasitas e corpúsculos amarelos

A Tabela 18 indica a prevalência de corpúsculos amarelos e parasitas nas gônadas de *L. synagris* (74 e 23%), *R. aurorubens* (67 e 20%) e *L. vivanus* (39 e 6%).

Dos enquistamentos externos e também nos cortes histológicos identificamos um gênero de cestódeo, *Trypanorhynchus*, outros cestódeo não identificados e nematódeos (Figura 28). Ainda que com alta prevalência em fêmeas em capacidade de pôr, não foram feitas análises do impacto sobre a produção de ovos.

Tabela 18: Prevalência de corpos amarelos e cistos de cestóides e/ou nematódeos, nas diferentes fases de maturação gonadal (valores das classes dados em porcentagem)

ESPÉCIE		I	D	SC	AS	RG	RN	% do total	n
LUSY	Corpúsculos amarelos	-	8,69	58,89	22,13	1,18	9,09	74	253
	Cistos	-	10,25	53,84	21,79	2,56	11,53	23	217
RHAU	Corpúsculos amarelos	-	-	68,98	30,61	0,41	-	66,8	245
	Cistos	-	1,32	63,16	35,53	-	-	20	76
LUVI	Corpúsculos amarelos	10,69	8,81	12,58	3,14	15,09	49,69	39,2	159
	Cistos	-	11,54	7,69	7,69	3,85	69,23	6,5	26

Legenda: I: imaturo, D: em desenvolvimento, SC: capaz de pôr, AS: em atividade de posta, EG: regressão, RN: regeneração

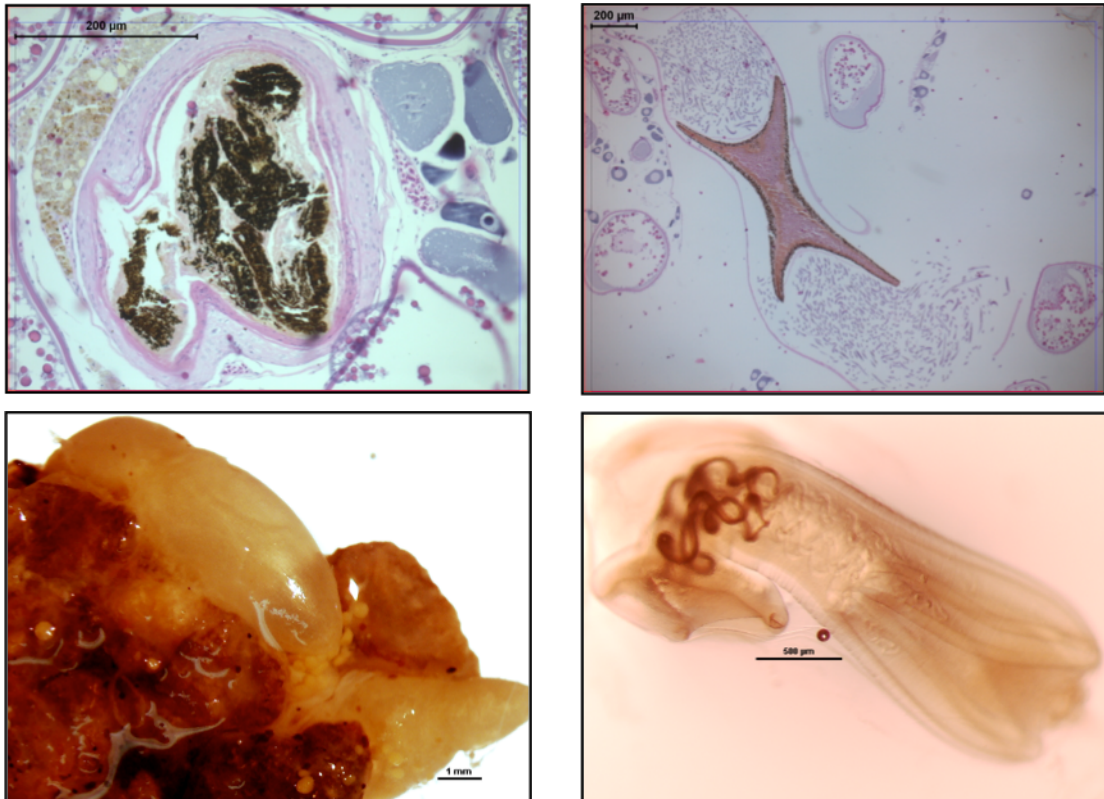
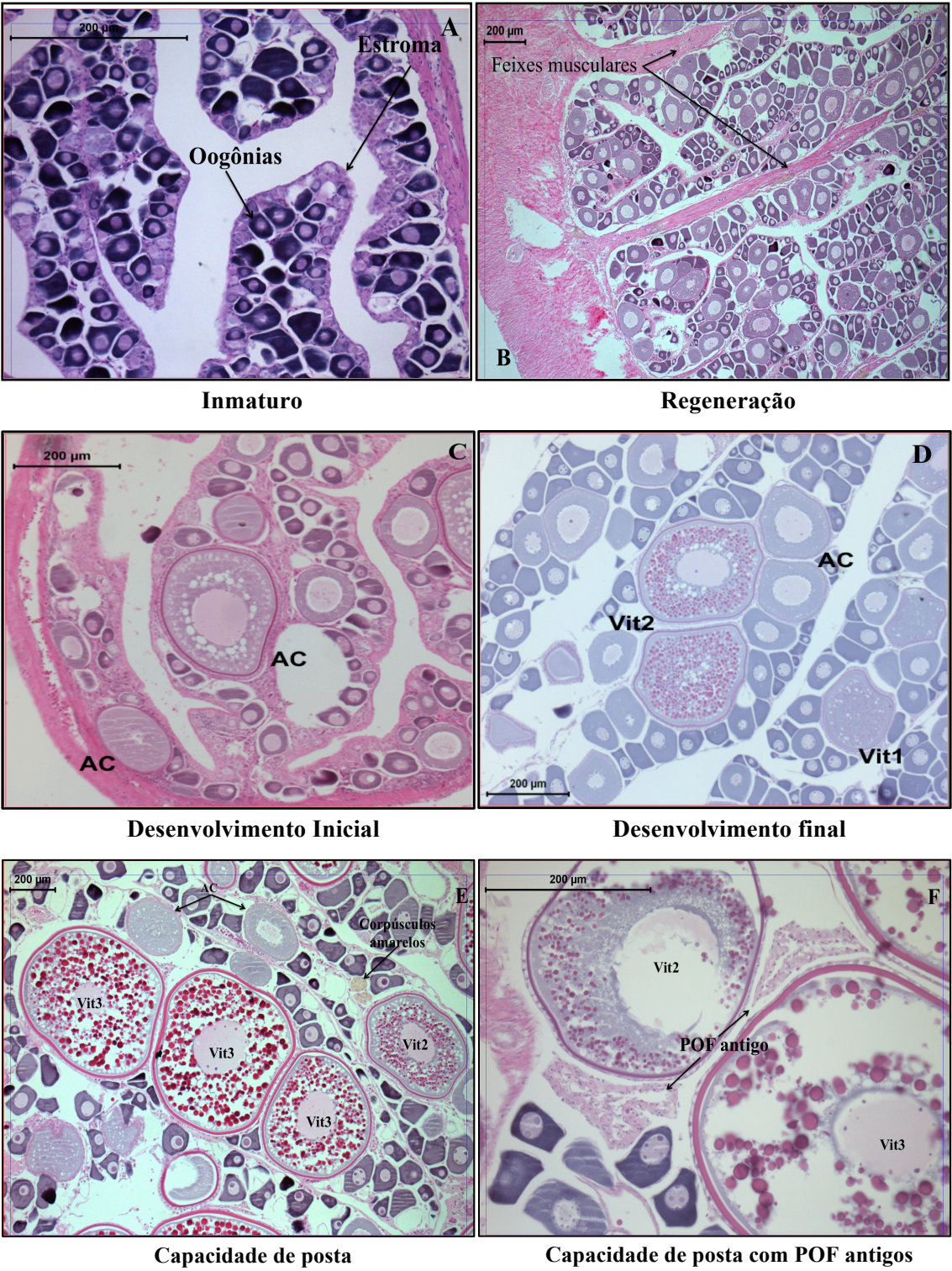


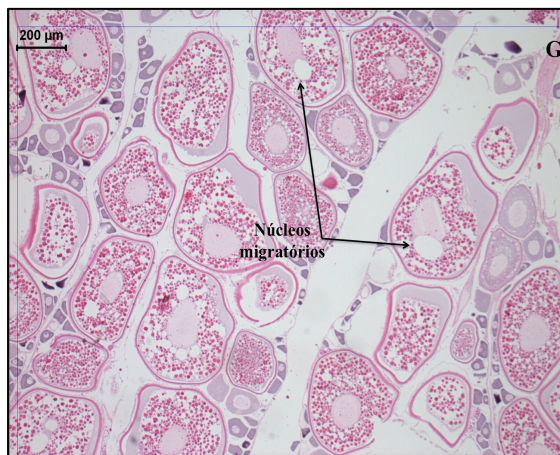
Figura 28: Fotomicrografia de cistos de parasitas em ovários de Lutjanidae (acima), nestas os corpúsculos amarelos estão semimargeando às formações císticas (Bar =200 μm) e enquistamentos externos de cestódeo em dupla capa (abaixo - Bar = 1mm e 500 μm)

Fases reprodutivas

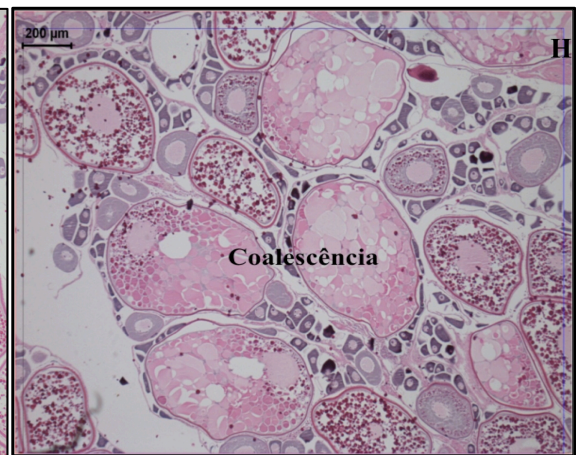
A Figura 29 ilustra as respectivas fases de desenvolvimento gonadal com base em micrografias histológicas, as quais se correspondem àquelas de espécies heterocronais. Por questões didáticas, as fotos das fase imaturo e em regeneração estão justapostas.

1. **Imaturo (I):** Observaram-se apenas ovócitos em crescimento primário, em pouca quantidade e a firme organização lamelar com evidente presença de estroma associado à mesma foram os caracteres mais evidentes para separa-las das fêmeas em regeneração (Figura 29A).
2. **Desenvolvimento:** Caracterizou-se pela presença de ovócitos em crescimento secundário e foi dividida em duas subfases:
 - i. **Desenvolvimento inicial (D1):**, apresentou crescimento primário mais alvéolos corticais (Figura 29C).
 - ii. **Desenvolvimento avançado (D2):** todos os signos de D1 mais Vit1 e/ou Vit2 (Figura 29D).
3. **Capaz de pôr (SC) dividido em:**
 - i. **Capaz de pôr (SC):** todos os signos de D2 mais Vit3 (Figura 29E), podendo haver POFs antigos (Figura 29F).
 - ii. **Em atividade de posta (AS):** todos os signos de SC, POFs antigos excluídos, mais núcleos migratórios e/ou coalescente e/ou hidratados ou hidratados e/ou POFs recentes e intermediários (Figura 29G a Figura 29L).
4. **Regressão (RG):** as principais características usadas para identificar esta fase foram, a desorganização da estrutura ovariana, crescimento primário abundante distribuído marginalmente, bandas musculares e vascularização proeminente. Podem ocorrer alvéolos corticais e ovócitos vitelogênicos residuais, mas principalmente no estágio Vit3. Em alguns indivíduos se pôde identificar as primeiras características associadas com atresia massiva de Vit3, o qual foi o mais evidente signo de regressão (Figura 29M).
5. **Regeneração:** crescimento primário abundante, bandas musculares e vascularização de aspecto hemorrágico, estes dois últimos, os aspectos mais destacados com respeito às fêmeas em fase imatura (Figura 29B).





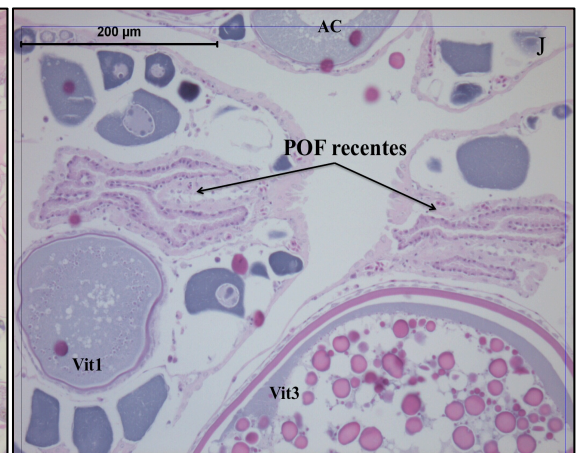
Atividade de posta em núcleos hidratados



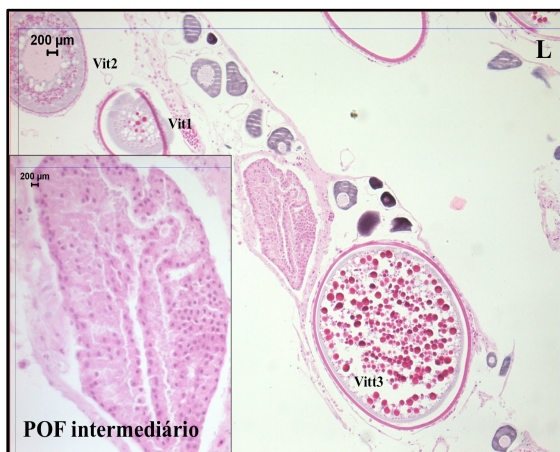
Atividade de posta em coalescência



Atividade de posta em hidratação



Atividade de posta com POF recentes



Atividade de posta com POF intermediários



Regressão

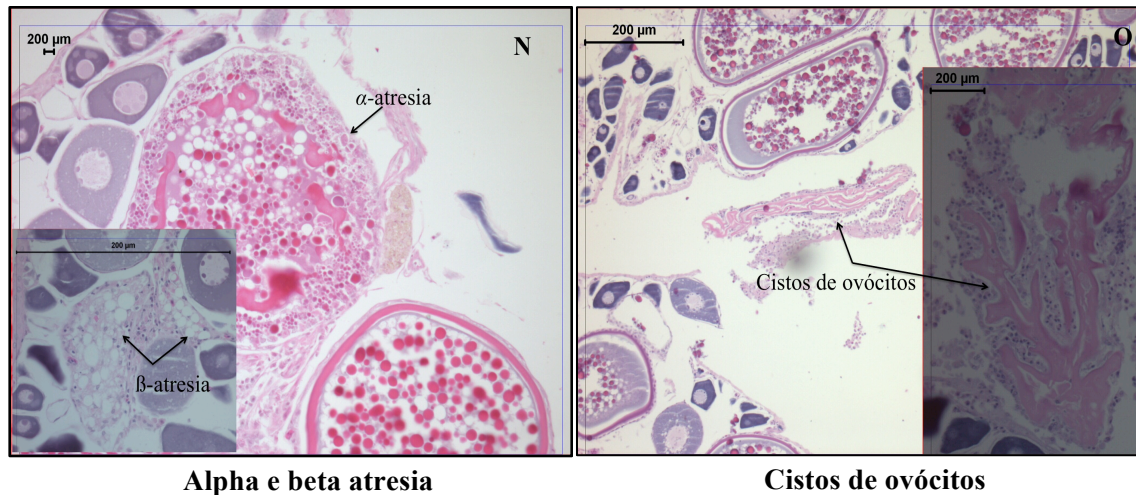


Figura 29: Fotomicrografia da histologia ovariana, ilustrando as fases de desenvolvimento microscópico gonadal de Lutjanidae: (A) Fase Imaturo (I), somente CP; (B) Regeneração (RG), predomínio de CP, mas com presença nítida de bandas musculares; (C) Subfase desenvolvimento inicial (D1) pertencente à fase desenvolvimento: CP + presença exclusiva de AC; (D) Subfase desenvolvimento final (D2), fase desenvolvimento: AC + Vit1 e/ou Vit2; (E) Fase capaz de pôr (SC): todos os estágios ovocitários anteriores + Vit3; (F) Fase capaz de pôr com destaque para a presença de POFs antigos; Subfase em atividade de posta(AS), pertencente à fase capaz de pôr com diferentes signos de posta: (G) AS em núcleos migratórios, (H) AS em coalescência, (I) AS em hidratação, (J) AS em POFs recentes e (L) AS em POF intermediários; (M) Regressão (RS): principal signo alpha-atresia massiva e evidente desorganização ovariana; (N) Alpha e beta atresia; (O) Cistos de ovócitos (CP= crescimento primário; AC= alvéolos corticais; Vit1= vitelogênese inicial; Vit2= vitelogênese intermediária; Vit3= vitelogênese avançada; POF: folículo pós-ovulatório). Bar =200 μ m

Padrão de desenvolvimento ovocitário

A distribuição de frequência de diâmetros dos ovócitos foi contínua nas três espécies e não há hiato entre os diferentes estágios de ovócitos (Figura 30), o que configura a estratégia de desenvolvimento ovocitário do tipo assincrônica e, consequentemente, desovantes por lotes, estratégia última que pôde ser também identificada pela presença concomitante de POFs e HID.

O desenvolvimento assincrônico em nível populacional está demonstrado na Figura 31, na qual vemos a variabilidade na distribuição das frequências dos diâmetros dos ovócitos em fêmeas maduras, ao longo de todo o ano. O que significa dizer que diferentes estágios de ovócitos estão presentes ao mesmo tempo durante o ciclo reprodutivo em todas as espécies, marcadamente durante a estação de posta (*L. synagris* e *L. vivanus*: agosto a abril; *R. aurorubens*: outubro a abril). Por outro lado, os meses da ERR são marcados por grupos de ovócitos de menores diâmetros, o que ratifica este período como de repouso reprodutivo para os três casos.

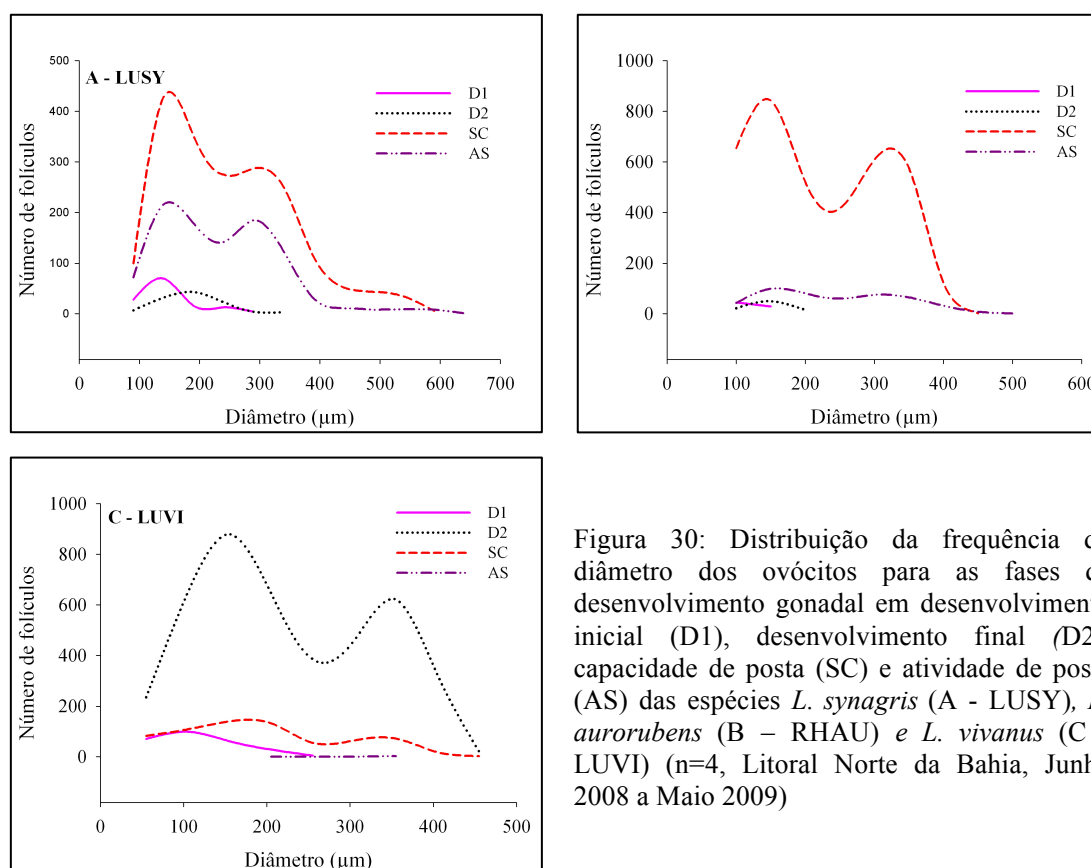


Figura 30: Distribuição da frequência do diâmetro dos ovócitos para as fases de desenvolvimento gonadal em desenvolvimento inicial (D1), desenvolvimento final (D2), capacidade de posta (SC) e atividade de posta (AS) das espécies *L. synagris* (A - LUSY), *R. aurorubens* (B - RHAU) e *L. vivanus* (C - LUVI) (n=4, Litoral Norte da Bahia, Junho 2008 a Maio 2009)

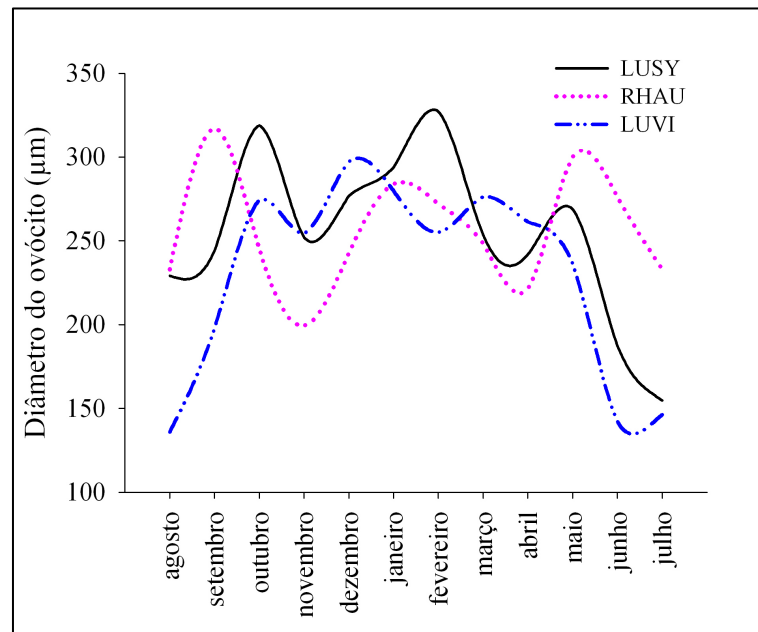


Figura 31: Distribuição do diâmetro das distintas fases dos ovócitos ao longo do ciclo reprodutivo, representando a assincronia ovariana populacional de *L. synagris*, *R. aurorubens* e *L. vivanus*. (Litoral Norte da Bahia, Junho 2008 – agosto 2009)

3.2.4 Temporalidade reprodutiva

Nesta seção foram caracterizados o ciclo reprodutivo das espécies pesquisadas e os eventos ocorridos em diferentes períodos de tempo deste ciclo o qual foi dividido em quatro escalas: a escala ciclo de vida, escala anual, escala intrasazonal e escala diária. Na escala ciclo de vida foi determinada o comprimento de primeira maturação (L_{50}), comparada as ogivas de maturação entre as escalas macro e microscópica e quanto a L_{50} encontrada correspondia ao comprimento médio populacional em cada uma das três espécies-alvo.

Na escala anual, definiu-se a estação reprodutiva das espécies, suas subunidades época de posta e época de regressão-regeneração, além de se investigar a ocorrência de padrões de distribuição espacial de machos e fêmeas em função do GSI e o possível efeito maternal do comprimento na formação da população das fêmeas desovantes.

Na escala intrasazonal, descreveu-se a frequência e fração de posta e a quantidade de lotes postos por uma fêmea e pela população dentro de um evento de posta. Para a escala diária, observou-se apenas a frequência absoluta e relativa de fêmeas em AS por período de pesca e fez-se uma breve descrição da distribuição espacial das fêmeas por fase de desenvolvimento gonadal, uma vez que a coleta não foi desenhada para descrever adequadamente esta escala.

Escala ciclo de vida

A percentagem de indivíduos por fase reprodutiva de cada escala mostra-se na Tabela 19, tanto quando considerando o ciclo anual, como somente a época de posta, nas quais o teste Chi-quadrado de Pearson indicou que as proporções entre as escalas são significativamente diferentes em todas as fases.

De uma maneira geral, a escala macroscópica subestima indivíduos imaturos e em regressão, apresentando uma porcentagem de indivíduos não identificados entre 8 a 19% das amostras. Especificamente para a espécie *L. synagris*, a escala macroscópica subestimou o número de fêmeas imaturas (I) e em capacidade de posta (SC) e sobestimou a proporção de indivíduos em desenvolvimento inicial (D1), em atividade de posta (AS) e aquelas em regressão (RG) e regeneração (RN) em ambos períodos considerados (ciclo anual e apenas época de posta).

Em *R. aurorubens*, houve subestima das fêmeas das fases I, AS e RG e sobreestima das fase D1, SC e RN, nos dois períodos analisados. Já para a espécie *L. vivanus*, a escala macroscópica subestimou principalmente fêmeas maduras (SC, AS e RG) e sobreestimou aquelas nas fases iniciais (I e D1) e em regeneração, em ambos períodos considerados.

Tabela 19: Comparação da proporção de identificação das fases de desenvolvimento gonadal da escala de maturação macroscópica gonadal (Macro) em correspondência à escala microscópica (Micro) realizada para o ciclo anual e exclusivamente para a época de posta em *L. synagris* (LUSY), *R. aurorubens* (RHAU) e *L. vivanus* (LUVI). (Números em porcentagem, NI: não identificado).

LUSY: Ciclo anual								
Macro	Imaturo	Em maturação		Maduro	Posta	Inatividade		
	A	B	C	C1	C2	D	E	NI
	1,1	13,3	9,8	30,3	27,6	1,7	8,6	7,6
Micro	Imaturo	Desenvolvimento		Capaz de pôr	Posta	Inatividade		
	I	D1	D2	SC	AS	RG	RN	NI
	1,9	6,5	1,9	53,9	25,3	1,3	9,2	-
Gl: 1				χ^2 : 125,49		p< 0,001		
Época de posta								
Macro	Imaturo	Em maturação		Maduro	Posta	Inatividade		
	A	B	C	C1	C2	D	E	NI
	0,99	11,9	10,5	-	29,2	1,9	4,6	7,9
Micro	Imaturo	Desenvolvimento		Capaz de pôr	Posta	Inatividade		
	I	D1	D2	SC	AS	RG	RN	NI
	1,4	4,3	2,1	59,3	27,8	1,4	3,2	-
Gl: 1				χ^2 : 61,09		p< 0,001		
RHAU: Ciclo anual								
Macro	Imaturo	Em maturação		Maduro	Posta	Inatividade		
	A	B	C	C1	C2	D	E	NI
	2,72	16,05	18,27	12,10	2,96	1,23	34,07	12,59
Micro	Imaturo	Desenvolvimento		Capaz de pôr	Posta	Inatividade		
	I	D1	D2	SC	AS	RG	RN	NI
	11,36	7,41	0,99	25,43	17,53	8,15	29,14	
Gl: 1				χ^2 : 127,49		p< 0,001		
Época de posta								
Macro	Imaturo	Em maturação		Maduro	Posta	Inatividade		
	A	B	C	C1	C2	D	E	NI
	3,42	20,15	27,76	17,49	4,56	1,52	5,70	19,39
Micro	Imaturo	Em maturação		Maduro	Posta	Inatividade		
	I	D1	D2	SC	AS	RG	RN	NI
	6,46	9,13	1,52	38,02	27,00	9,51	8,37	-
Gl: 1				χ^2 : 109,40		p< 0,001		
LUVI: Ciclo anual								
Macro	Imaturo	Em maturação		Maduro	Posta	Inatividade		
	A	B	C	C1	C2	D	E	NI
	9,74	23,90	15,78	24,13	11,14	1,86	3,25	10,21

	Imaturo	Desenvolvimento		Capaz de pôr	Posta	Inatividade		
Micro	I	D1	D2	SC	AS	RG	RN	NI
	1,36	4,09	0,54	60,22	29,16	3,00	1,63	-
Gl: 1				χ^2 : 9,05	p< 0,001			
Época de posta								
	Imaturo	Em maturação		Maduro	Posta	Inatividade		
Macro	A	B	C	C1	C2	D	E	NI
	2,76	25,86	18,62	23,45	12,41	1,03	2,07	13,79
	Imaturo	Desenvolvimento		Capaz de pôr	Posta	Inatividade		
Micro	I	D1	D2	SC	AS	RG	RN	NI
	0,40	1,21		60,89	33,06	3,23	1,21	-
Gl: 1				χ^2 : 11,25	p< 0,001			

Legenda: Gl: graus de liberdade, χ^2 = valor de chi, p: nível de significância

As ogivas de maturação com dados microscópicos apresentaram ajustes significativos a uma curva logística para todas as espécies, mas, com dados macroscópicos, o ajuste foi significativo apenas para *L. synagris* e *L. vivanus* (Tabela 20). Diferenças significativas foram encontradas quando comparados os métodos de classificação das fases de desenvolvimento gonadal para todas as espécies e, quando considerada a interação entre o comprimento e o tipo de escala, não houve significância para nenhuma dos casos estudados.

A L_{50} macroscópica de *L. synagris* foi de 11,63 cm e a microscópica 18,27 cm, o que representa, respectivamente, 24 e 38% do comprimento máximo da população amostrada. As ogivas diferiram em forma, sendo que a macroscópica demonstra que cerca de 86% das fêmeas identificadas com esta escala estavam maduras antes de alcançar a L_{50} estimada com dados microscópicos (Figura 32A).

Para *R. aurorubens*, os dados macroscópicos não se ajustaram a uma curva logística. Quando analisada a madures em função do comprimento, obteve-se valores próximos a 100% de indivíduos maduros em quase qualquer tamanho com a escala macroscópica, gerando um valor negativo ($L_{50} = -41,7$ cm), enquanto que com a micro ($L_{50} = 16,62$ cm, $\approx 43\% L_{\max}$), houve significância, mesmo que aproximando-se rapidamente a valores superiores a 90% quando o comprimento passou dos 26 cm (Tabela 20, Figura 32B).

Para *L. vivanus*, a L_{50} obtida com o método macro foi de 27,5 cm e com o micro de 17,21 cm (respectivamente, 38 e 31% L_{\max}). A ogiva macro evidencia que fêmeas maduram em comprimentos muito maiores, o que corresponderia a cerca de 10% da população madura estimada com a escala microscópica, sobrestimando portanto a L_{50} (Tabela 20, Figura 32C).

Tabela 20: Resumo dos modelos lineares generalizados dos resultados dos ajustes das ogivas com dados das escalas macro e microscópicas de identificação das fases de desenvolvimento gonadal e dos modelos que compararam as ogivas de maturação e a interação comprimento (Ct) e tipo de escala como fator para cada uma das escalas das as três espécies estudadas: LUSY: *L. synagris*, RHAU: *R. aurorubens* e LUVI: *L. vivanus*

LUSY: Comparação entre as escalas Macro e Microscópica como Fatores				
Coefficientes	Estimado	Erro padrão	z	p
Intercepto	-3,3248	2,6570	-1,251	0,21
Ct	0,2858	0,1099	2,601	<0,01
Fator Micro	- 10,1329	5,5911	-1,812	0,06
Ct:Fator Micro	0,4507	0,2613	1,725	0,08
Desvio nulo: 102,053 sobre 609 graus de liberdade		Desvio padrão: 61,247 sobre 606 graus de liberdade		
AIC: 69,247				
Ajuste das Ogivas com Dados Macroscópicos				
Intercepto	-3,3248	2,6570	-1,251	0,21
Ct	0,2858	0,1099	2,601	<0,01
Desvio nulo: 42,724 sobre 308 graus de liberdade		Desvio padrão: 35,139 sobre 307 graus de liberdade		
AIC: 39,139		L50: 11,63		
Ajuste das Ogivas com Dados Microscópicos				
Intercepto	-13,4577	4,9194	-2,736	<0,01
Ct	0,7365	0,2371	3,107	<0,01
Desvio nulo: 58,864 sobre 300 graus de liberdade		Desvio padrão: 26,108 sobre 299 graus de liberdade		
AIC: 30,108		L50: 18,27		
RHAU				
Comparação entre as escalas Macro e Microscópica como Fatores				
Coefficientes	Estimado	Erro padrão	z	p
Intercepto	2.10673	2.24646	0.938	0,34
Ct	0.05019	0.08479	0.592	0,55
Fator Micro	-5.87968	2.61681	-2.247	<0,05
Ct:Fator Micro	0.17682	0.10042	1.761	0,07
Desvio nulo: 234,11 sobre 437 graus de liberdade		Desvio padrão: 131,57 sobre 434 graus de liberdade		
AIC: 370,83				
Ajuste das Ogivas com Dados Macroscópicos				
Intercepto	2,10673	2,24646	0,938	0,34
Ct	0,05019	0,08479	0,592	0,55
Desvio nulo: 98,025 sobre 353 graus de liberdade		Desvio padrão: 97,667 sobre 352 graus de liberdade		
AIC: 101,67		L50: -41,97		
Dados Microscópicos				
Intercepto	-3,77295	1,34198	-2,811	<0,01
Ct	0,22701	0,05381	4,219	<0,001

Desvio nulo: 286,69 sobre 404 graus de liberdade		Desvio padrão: 265,16 sobre 403 graus de liberdade		
AIC: 269,161		L ₅₀ : 16,32		
LUVI				
Comparação entre as escalas Macro e Microscópica				
Coeficientes	Estimado	Erro padrão	z	p
Intercepto	-6,4132	2,64998	-2.420	<0,01
Ct	0,23281	0,09027	2,579	<0,001
Fator Micro	-0,70578	5,05295	-0.140	0,88
Ct:Fator Micro	0,18076	0,18931	0,955	0,33
Desvio nulo: 234,11 sobre 437 graus de liberdade		Desvio padrão: 131,57 sobre 434 graus de liberdade		
AIC: 139,57				
Ajuste das Ogivas com Dados Macroscópicos				
Intercepto	-6,41321	2,664998	-2,420	<0,05
Ct	0,23281	0,09027	2,579	<0,01
Desvio nulo: 96,228 sobre 71 graus de liberdade		Desvio padrão: 86,634 sobre 70 graus de liberdade		
AIC: 90,634		L ₅₀ : 27,54		
Ajuste das Ogivas com Dados Microscópicos				
Intercepto	-7,1190	4,3023	-1,655	0,09
Ct	0,4136	0,1664	2,485	<0,05
Desvio nulo: 52,863 sobre 365 graus de liberdade		Desvio padrão: 44,939 sobre 364 graus de liberdade		
AIC: 48,939		L ₅₀ : 17,21		

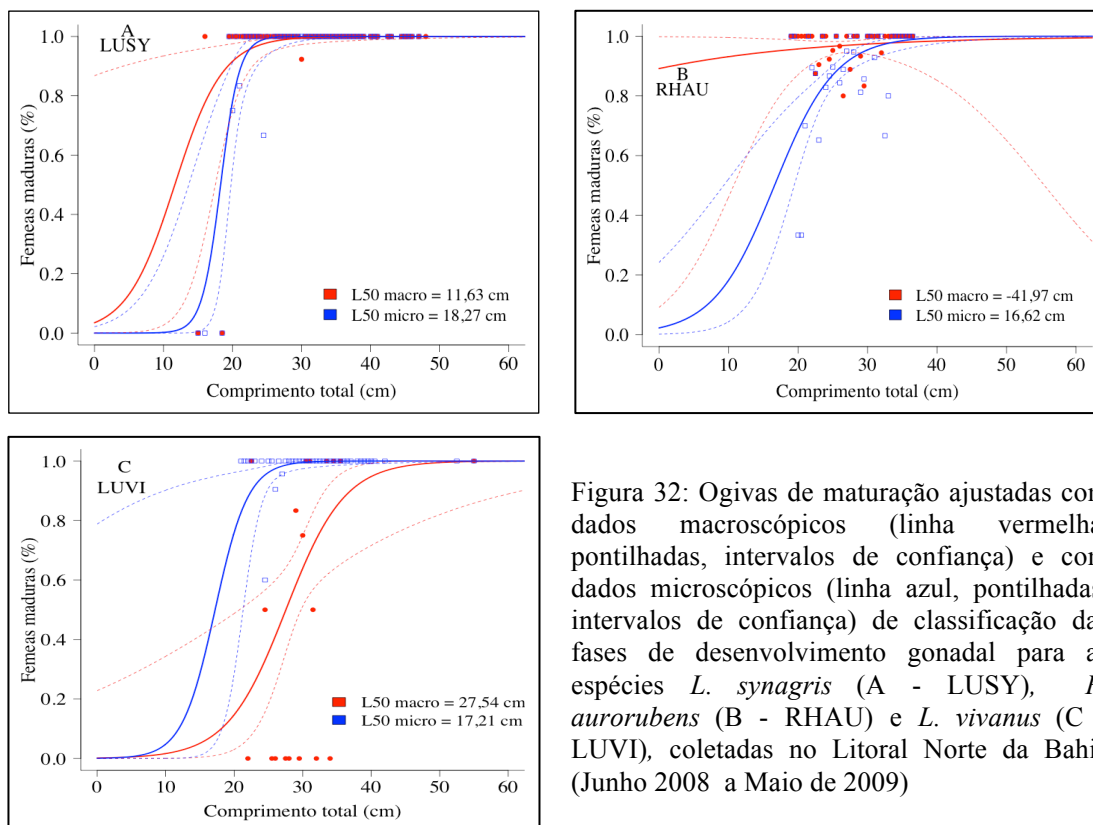


Figura 32: Ogivas de maturação ajustadas com dados macroscópicos (linha vermelha, pontilhadas, intervalos de confiança) e com dados microscópicos (linha azul, pontilhadas, intervalos de confiança) de classificação das fases de desenvolvimento gonadal para as espécies *L. synagris* (A - LUSY), *R. aurorubens* (B - RHAU) e *L. vivanus* (C - LUVI), coletadas no Litoral Norte da Bahia (Junho 2008 a Maio de 2009)

Escala Anual

Índice Gonadosomático (GSI)

Inicialmente, esta seção descreveu o padrão de distribuição espacial dos indivíduos em função do GSI, com relação a variável rumo e analisada por sexo, para as unidades temporais época de posta (EP) e de regressão-regeneração (ERR).

Em função do GSI, a distribuição de *L. synagris* foi estatisticamente significativa para ambos sexos, mas somente durante a EP. Machos exibiram um gradiente crescente de distribuição no sentido noroeste-sudeste e semelhante modelo foi visto em fêmeas, mas com predomínio daquelas de menor GSI no sudoeste da área de captura (Tabela 21, Figura 33).

Tabela 21: Resultado dos testes da análise da variância da distribuição espacial da abundância numérica de fêmeas e machos, de acordo com o rumo (fator) e em função do índice gonadosomático (GSI) durante a época de posta e de regressão-regeneração em *L. synagris*, *R. aurorubens* e *L. vivanus*

<i>L. synagris</i>							
Época de posta				Época de regressão-regeneração			
GSI	Gl	F	p	GSI	Gl	F	p
♀	3	35,02	<0,001	♀	1	0,112	0,73
♂	3	16,609	<0,001	♂	1	0,35	0,55
<i>R. aurorubens</i>							
♀	2	12,6	<0,001	♀	2	0,394	0,6
♂	2	2,53	0,08	♂	2	0,799	0,45
<i>L. vivanus</i>							
♀	3	2,703	<0,05	♀	2	0,174	0,84
♂	3	1,322	0,26	♂	2	0,312	0,73

Legenda: : Δ : variável, Gl: graus de liberdade, F: distribuição de Fisher, p: nível de significância

LUSY: *L. synagris* – Índice Gonadosomático

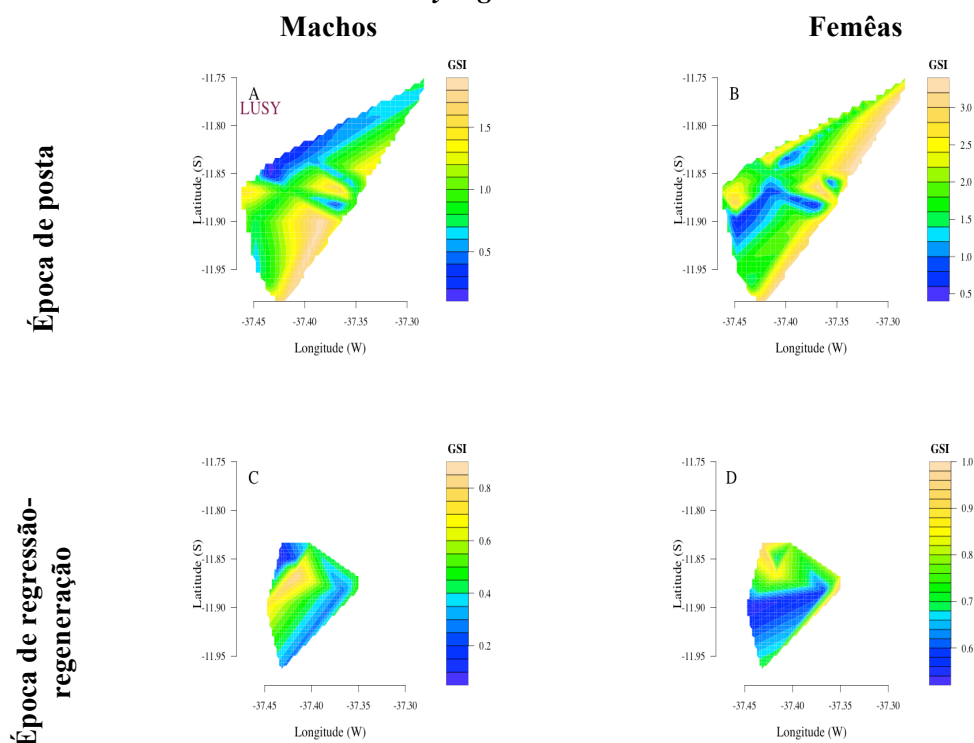


Figura 33: Distribuição de machos (A e C) e fêmeas (B e D) de *L. synagris* em função do índice gonadosomático (GSI) durante a estação reprodutiva (acima) e a época de regressão-regeneração (abaixo) na área de amostragem (Litoral Norte da Bahia, Junho 2008 a agosto 2009)

Em *R. aurorubens*, o único padrão significativo de agrupamento foi identificado para fêmeas e durante a EP. Vê-se uma agregação decrescente de fêmeas por GSI, marcadamente do sentido leste-oeste. No entanto, os pontos de agregação de fêmeas de menor GSI não exibem distribuição uniforme ao longo da mancha recifal, mas aquelas de maior GSI se localizam ao sul. Se nota que indivíduos de GSI maior que dois desaparecem durante a ERR, o que poderia ser considerado como primeiro indício de que dados geográficos podem sustentar a definição da ERR nesta espécie. (Tabela 21, Figura 34).

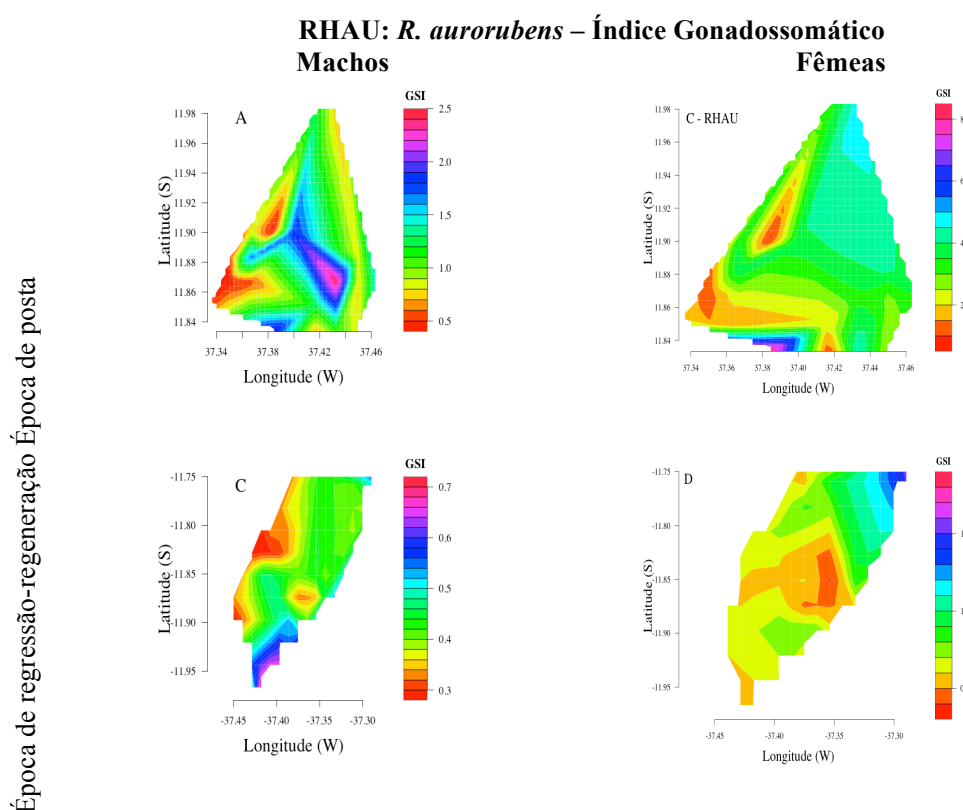


Figura 34: Distribuição de machos (A e C) e fêmeas (B e D) de *R. aurorubens* em função do índice gonadossomático (GSI) durante a estação reprodutiva (acima) e a estação de regressão-regeneração (abaixo) na área de amostragem (Litoral Norte da Bahia, Junho 2008 a agosto 2009)

Em *L. vivanus*, o padrão de agrupamento em função do GSI por rumo foi significativo só na EP e apenas em fêmeas. Aquelas de maior GSI estão agrupadas ao longo da margem sudeste e, desta direção se estendem até o borde sudoeste, da mancha (Tabela 21, Figura 35).

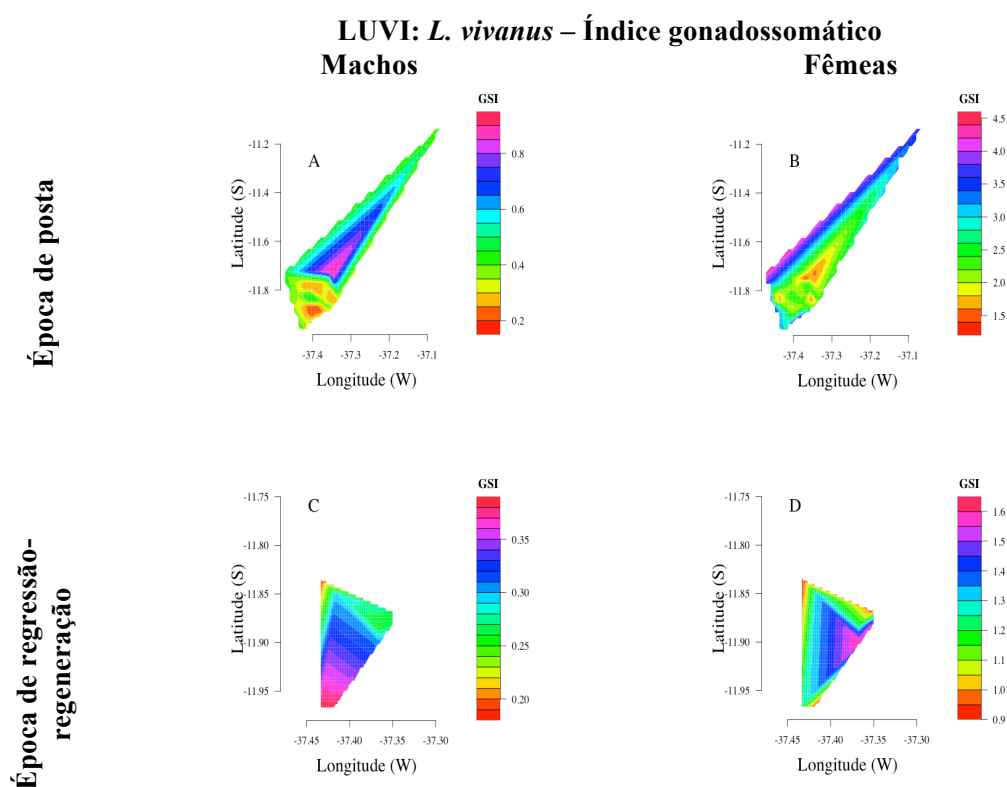


Figura 35: Distribuição de machos (A e C) e fêmeas (B e D) de *R. aurorubens* em função do índice gonadosomático (GSI) durante a estação reprodutiva (acima) e a estação de regressão-regeneração (abaixo) na área de amostragem (Litoral Norte da Bahia, Junho 2008 a agosto 2009)

Após a análise espacial, procedeu-se a avaliação sazonal do GSI, a qual foi feita por sexo para as variáveis ciclo anual (descrito de função dos meses correspondentes a EP e a ERR de cada espécie), estações naturais (EN), estações segundo o ritmo das chuvas (ECH) e por lua.

A variação do GSI da espécie *L. synagris* foi significativamente maior em fêmeas e apresentou diferenças significativas tanto quando considerada a relação do GSI entre sexos ao longo das diferentes variáveis sazonais, bem como quando considerado o GSI em função da interação sexo e todas das quatro variáveis sazonais em questão (Tabela 22).

Mensalmente, o comportamento do GSI desta espécie foi similar entre sexos, durante os sete primeiros meses (agosto a fevereiro) da EP, o qual apresentou tendência de aumento gradativo e encontrou seu maior pico em fevereiro para ambos sexos. Durante a ERR, os meses de junho-julho, foram marcados por uma tendência de aumento das médias do GSI (Figura 36A).

Durante o ciclo lunar, houve diferenças significativas no comportamento entre sexos, bem como diferenças na interação sexo e fases da lua. Fêmeas apresentaram valores médios menores de GSI nas luas claras (nova e crescente), os quais aumentaram durante as fases escuras (cheia e minguante). Em machos, por sua vez, as fases nova a cheia apresentaram os menores valores com respeito à fase minguante, na qual o GSI exibiu os maiores valores (Figura 36B). Entre as estações naturais, vê-se em ambos sexos que o GSI aumentou da primavera ao verão, decrescendo daí ao inverno, o que é ratificado pela tendência de aumento do GSI da estação chuvosa para a seca (Figura 36 C e D).

Tabela 22: Sumário dos resultados da análise da variância usada para verificar as diferenças do índice gonadossomático entre sexos em função de distintas variáveis sazonais (ciclo anual, lua, estações naturais e estações segundo o ritmo das chuvas) e em relação a interação sexo e variável sazonal em *L. synagris*

LUSY: <i>L. synagris</i> - Índice gonadossomático							
CA				LUA			
	GL	F	p		GL	F	p
Sexo	1	106,568	<0,001	Sexo	1	108,57	<0,001
Mês	11	5,683	<0,05	Lua	3	7,600	<0,01
Sexo:Mês	11	7,63,	<0,01	Sexo:Lua	3	2,975	<0,05
EN				ECH			
	GL	F	p		GL	F	p
Sexo	1	139,761	<0,001	Sexo	1	127,16	<0,001
EN	3	81,319	<0,001	Lua	1	148,49	<0,001
Sexo:EN	3	3,89	<0,01	Sexo:ECH	1	12,86	<0,001

Legenda: GL: graus de liberdade, F: distribuição de Fisher, p: nível de significância, CA: ciclo anual, EN: estações naturais, ECH: estações segundo o ritmo das chuvas

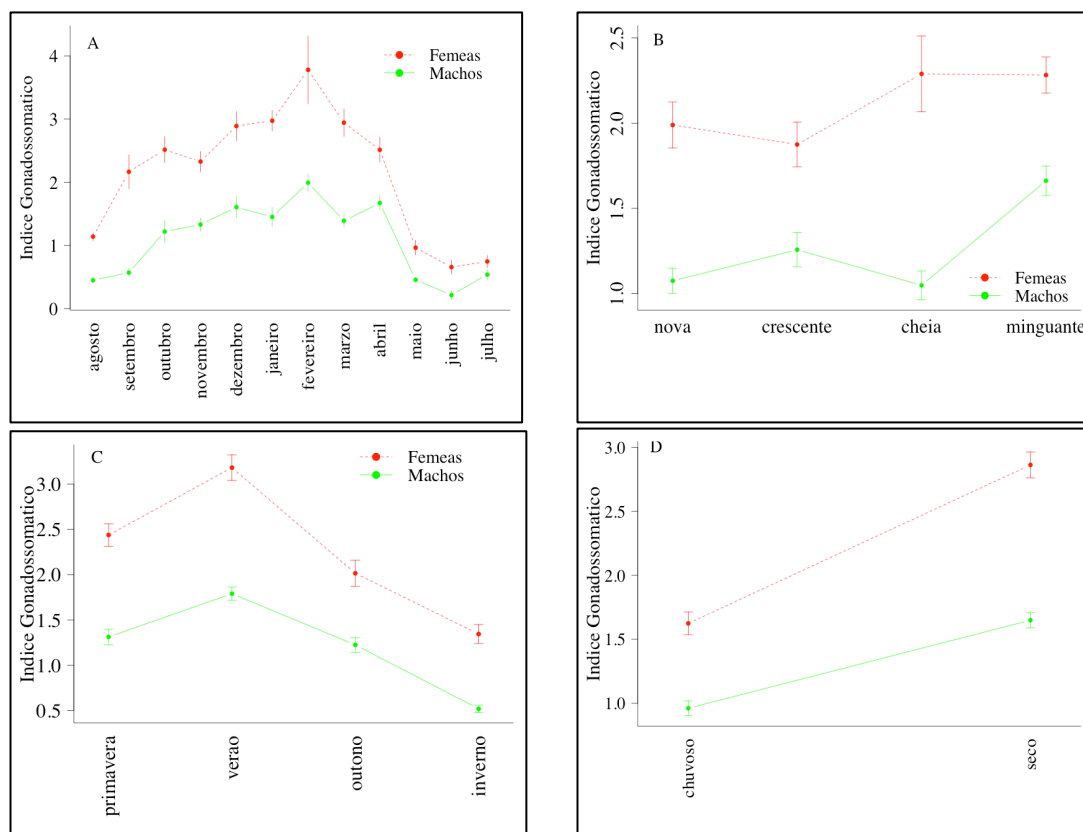


Figura 36: Variação do índice gonadosomático entre sexos em diferentes escalas de sazonalidade: ciclo anual (A), lua (B), estações naturais (C) e estações segundo o ritmo das chuvas (D) para a espécie *L. synagris* (Junho 2008 a Maio de 2009, Litoral Norte da Bahia. Pontos representam as médias; barras, os intervalos de confiança)

Para a espécie *R. aurorubens*, a variação do GSI foi significativa em todos os cenários considerados: entre sexos, com fêmeas apresentando maiores médias que machos, em função das diferentes variáveis sazonais e em relação a interação sexo e variável sazonal (Tabela 23).

Dentro do CA, fêmeas apresentaram aumento do GSI de outubro a janeiro, que daí decresceu até o final desta época (abril). Entre os meses da ERR, se notou uma tendência de estabilidade das mais baixas médias de GSI durante os meses correspondentes a este período (maio a setembro). Já em machos, as médias cresceram nos quatro primeiros meses da EP, com decréscimo em fevereiro, voltando a subir em março para finalizar a EP com decréscimo em seu último mês. Para a ERR se observam os menores valores médios, sem diferenças entre os meses que a correspondem (Figura 37A).

Entre as fases da lua, vê-se que em fêmeas, o GSI tende a crescer da fase nova à crescente, estabilizar em relação à cheia, decrescendo significativamente em direção à fase minguante, única em que os sexos não apresentaram diferenças significativas em

suas médias. Por sua vez, machos não exibem diferenças significativas entre nenhuma das fases (Figura 37B).

Entre as estações naturais tem-se que em fêmeas o GSI aumenta da primavera ao verão, diminuindo deste ao inverno. Machos exibem aumento da primavera ao verão, decréscimo no outono que é mantido durante o inverno, tendência ratificada quando se observa que, entre as estações segundo o ritmo das chuvas, o GSI cresce da época chuvosa a seca (Figura 37C e D).

Tabela 23: Sumário dos resultados da análise da variância usada para verificar as diferenças do índice gonadosossomático entre sexos em função de distintas variáveis sazonais (ciclo anual, lua, estações naturais e estações segundo o ritmo das chuvas) e em relação a interação sexo e variável sazonal em *R. aurorubens*

RHAU: <i>R. aurorubens</i> - Índice gonadosossomático							
	CA				LUA		
	GL	F	p		GL	F	p
Sexo	1	309,04	<0,001	Sexo	1	123,309	<0,001
Mês	11	55,09	<0,001	Lua	3	7,987	<0,001
Sexo:Mês	11	10,53	<0,001	Sexo:Lua	3	3,142	<0,05
	EN				ECH		
	GL	F	p		GL	F	p
Sexo	1	320,22	<0,001	Sexo	1	171,29	<0,001
EN	3	365,15	<0,001	Lua	1	266,33	<0,001
Sexo:EN	3	73,22	<0,001	Sexo:ECH	1	69,44	<0,001

Legenda: GL: graus de liberdade, F: distribuição de Fisher, p: nível de significância, CA: ciclo anual, EN: estações naturais, ECH: estações segundo o ritmo das chuvas

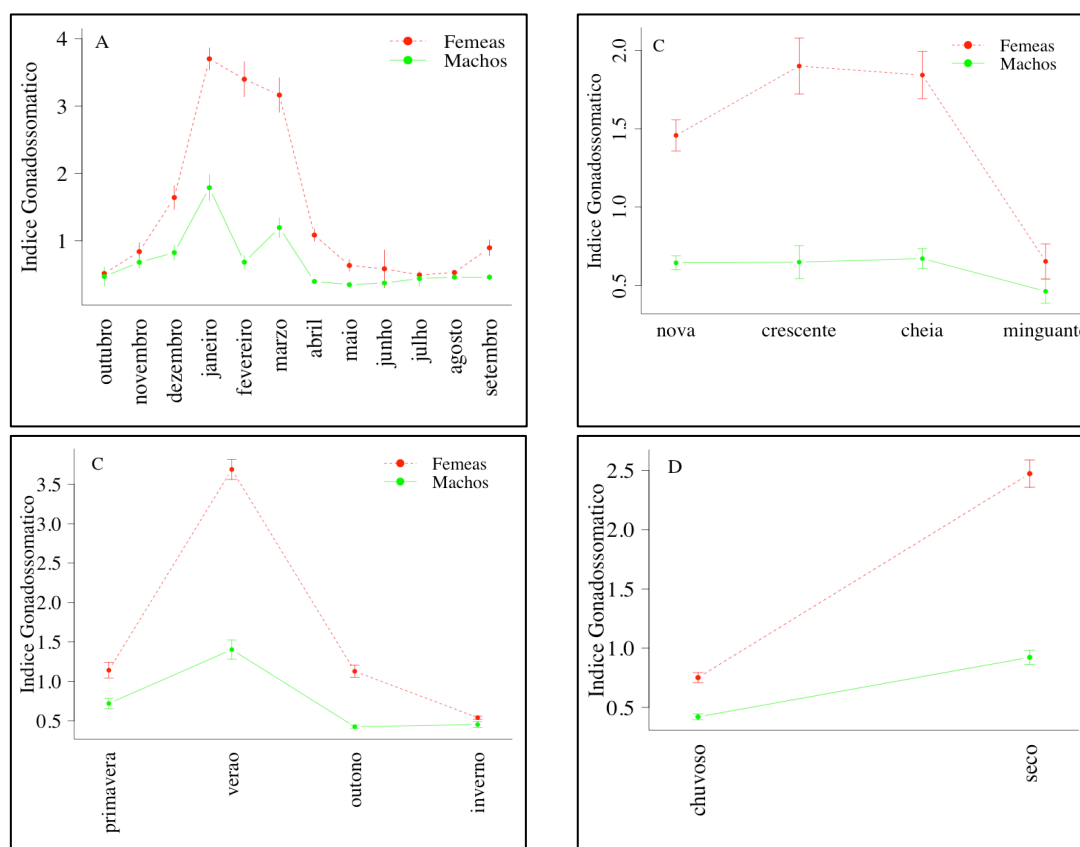


Figura 37: Variação do índice gonadosomático entre sexos em diferentes escalas de sazonalidade: ciclo anual (A), lua (B), estações naturais (C) e estações segundo o ritmo das chuvas (D) para a espécie *R. aurorubens* (Junho 2008 a Maio de 2009, Litoral Norte da Bahia. Pontos representam as médias; barras, os intervalos de confiança)

Para *L. vivanus*, as diferenças significativas do GSI seguem entre sexos e entre estes em função das variáveis sazonais, bem como em relação à interação sexo-variável de sazonalidade, à exceção da variável ECH, que não apresentou diferenças significativas do comportamento entre estações em interação com o sexo. No cômputo geral, fêmeas possuem significativamente os maiores valores de GSI (Tabela 24).

Em todos os casos e ao contrário das fêmeas, machos não apresentaram tendências que evidenciassem diferença significativas entre os meses do CA, entre estações ou fases da lua. A EP para as fêmeas de *L. vivanus* começa com aumento da média do GSI, diminuindo de setembro a outubro-novembro, ascensão em dezembro, decrescendo daí a fevereiro, terminando esta época com aumento dos valores do GSI; os meses da ERR, apresentaram as menores médias e sem diferenças estatisticamente significativas ao mês de início da EP (Figura 38A).

O GSI exibiu tendência crescente entre a lua nova à cheia, decrescendo em direção à minguante (Figura 38B) e, durante as estações naturais, manteve-se estável entre a

primavera e o verão, decrescendo no outono e aumentando outra vez em direção ao inverno (Figura 38C), o que foi reforçado quando realizada a análise para a ECH, a qual indicou que o GSI foi menor no período chuvoso (Figura 38D).

Tabela 24: Sumário dos resultados da análise da variância usada para verificar as diferenças do índice gonadosossomático entre sexos em função de distintas variáveis sazonais (ciclo anual, lua, estações naturais e estações segundo o ritmo das chuvas) e em relação a interação sexo e variável sazonal em *L. vivanus*

LUVI: <i>L. vivanus</i> - Índice gonadosossomático							
CA				LUA			
	GL	F	p		GL	F	p
Sexo	1	601,177	<0,001	Sexo	1	516,85	<0,001
Mês	11	14,985	<0,001	Lua	3	16,31	<0,001
Sexo:Mês	11	8,645	<0,001	Sexo:Lua	3	14,22	<0,05
EN				ECH			
	GL	F	p		GL	F	p
Sexo	1	495,214	<0,001	Sexo	1	472,900	<0,001
EN	3	10,746	<0,001	Lua	1	6,059	<0,05
Sexo:EN	3	6,763	<0,001	Sexo:ECH	1	2,161	0,14

Legenda: GL: graus de liberdade, F: distribuição de Fisher, p: nível de significância, CA: ciclo anual, EN: estações naturais, ECH: estações segundo o ritmo das chuvas

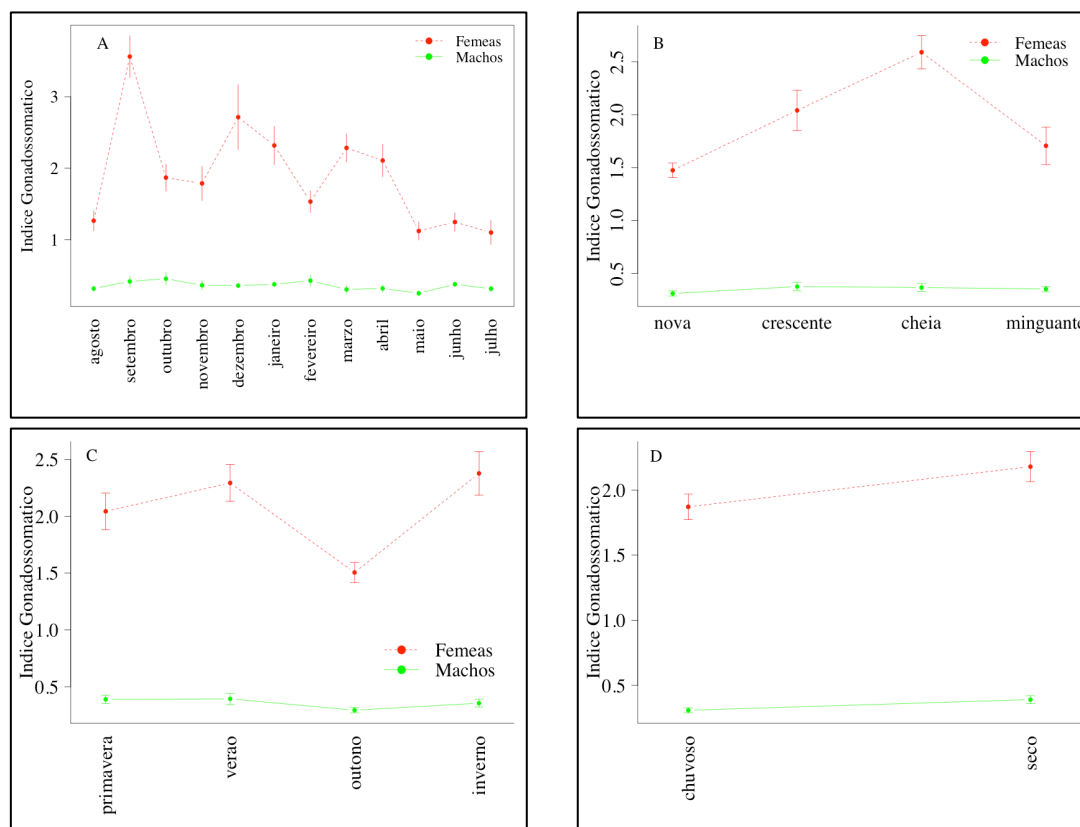


Figura 38: Variação do índice gonadosomático entre sexos em diferentes escalas de sazonalidade: ciclo anual (A), lua (B), estações naturais (C) e estações segundo o ritmo das chuvas (D) para a espécie *L. vivanus* (Junho 2008 a Maio de 2009, Litoral Norte da Bahia. Pontos representam as médias; barras, os intervalos de confiança)

Estação Reprodutiva

Nesta seção, se determinou e descreveu a estação reprodutiva das três espécies com base as duas escalas de desenvolvimento gonadal: micros e macroscópica, associadas a dados de GSI. A temporalidade das fases reprodutivas baseada em critérios microscópicos mostra-se na Figura 39 para as três espécies. Os resultados indicam que, aproximações com a variabilidade do GSI, sustentam a definição da estação reprodutiva bem demarcada para *L. synagris* e *R. aurorubens*, mas de difícil definição para *L. vivanus*, posto que, nesta espécie, indivíduos em capacidade de posta superam 50% da população amostrada e a atividade de posta se prolonga por todo o ano.

A estação reprodutiva foi considerada por dois métodos: a) Levando-se em conta o método tradicional, que demarca o início da estação reprodutiva quando 50% das fêmeas estão na fase capaz de pôr e o final, com 50% em regressão-regeneração e b) Considerando o segundo método, “em desenvolvimento inicial”, aquele que demarca como início da estação quando o 50% da população está na fase em desenvolvimento e

o final, também quando os 50% estiverem em pós-posta. Em qualquer dos casos, a estação reprodutiva foi dividida em duas épocas: a) Época de posta (EP): período onde são encontrados os indivíduos em capacidade de posta (*lato senso*) e b) Época de regressão-regeneração (ERR), onde predominam as fêmeas nestas fases.

Em *L. synagris*, e assumindo o método tradicional, a estação reprodutiva se inicia em agosto (GSI= 1,11%), onde aparecem os 50% de fêmeas na fase SC. Indivíduos na fase AS são observados entre os meses de agosto a abril (\bar{x} GSI= 2,5%), o que marcou o período de posta. A presença de fêmeas na fase “*capaz de pôr*” (SC, sem signos de posta) foi observada todo o ano, ainda que em uma baixa proporção em junho-julho (GSI= 0,61%, Figura 39A).

A posta terminou em maio, quando indivíduos em RG e RN compreenderam mais de 50% da população ativa (GSI= 0,96%), fato que nos permitiu estabelecer a época de regressão-regeneração entre maio e julho (\bar{x} GSI= 0,80%). Se considerado o segundo método, “em desenvolvimento inicial”, o início da estação reprodutiva não poderia ser delimitada, uma vez que indivíduos nesta fase nunca ultrapassaram 30% da população amostrada.

No caso de *R. aurorubens* (Figura 39B), a estação reprodutiva se inicia em dezembro, (GSI= 1,68%), quando avaliado o primeiro método (50% SC), e em outubro com o segundo (50% D), finalizando em abril em ambos casos. A época de posta pôde ser delimitada entre novembro (GSI= 3,0%) a abril e a ERR durando de maio a setembro (\bar{x} GSI= 0,58%), sem a ocorrência de fêmeas em SC durante esta fase, configurando-se como a estação melhor delimitada entre as espécies estudadas. Contudo, para efeito das análises envolvendo CA, EP e ERR desta espécie, foi considerada a estação definida com o segundo método, mais coerente com o comportamento do GSI e com a definição do final da estação. Na espécie *L. vivanus*, vê-se na Figura 39C que o número de indivíduos em SC sempre superou 80% da população amostrada e que fêmeas em D nunca ultrapassaram os 16% da população, portanto nenhum dos métodos foi aplicável para definição da estação reprodutiva desta espécie. Por outro lado, a época de posta seria anual, pela presença constante de fêmeas com este signo em todos os meses, ainda que em janeiro e maio, estes valores não ultrapassassem os 7% das fêmeas em AS.

Uma vez que o uso das fases do desenvolvimento gonadal não foi aplicável para *L. vivanus*, pois todos os meses foram compostos por 50% ou mais de fêmeas em SC e menos de 11% em ERR, considerou-se o comportamento sazonal do GSI, frequência e tamanho de ovócitos em desenvolvimento secundário absoluto e relativo (NDO e NDO_r, respectivamente, Figura 39C), como indicativos fundamentais para demarcar a estação reprodutiva desta espécie.

Como o GSI exibiu comportamento anual similar a sua congênere, *L. synagris*, com um descenso significativo entre maio a julho (\bar{x} GSI= 1,2%, $p < 0,01$), inicialmente sustentou-se, o início da estação reprodutiva em agosto e término, do mesmo modo, em abril. Quando estudada a fecundidade desta espécie, observou-se o mesmo comportamento do GSI para o diâmetro dos ovócitos, do NDO e do NDO_r (ver seção 3.2.5 Fecundidade).

O diâmetro dos ovócitos em desenvolvimento, o NDO e o NDO_r, experimentaram aumento de tamanho (ainda que com flutuações entre os meses de agosto a abril), e um descenso significativo, nos meses referentes a ERR (maio a julho, $p < 0,001$). Assim que, em conjunto, estas três variáveis foram fundamentais para demarcar a estação reprodutiva de *L. vivanus* entre agosto a abril (EP), e de maio a julho a época de regressão-regeneração. Outrossim, fêmeas em AS ocorreram durante todo o ano, o que indica posta anual (ver seção 3.2.5 Fecundidade).

É indispensável registrar que para as três espécies estudadas e com qualquer método, a estação inicia-se com a chegada da primavera (período seco - agosto) e termina no final do outono (início do período chuvoso: abril). Então, tem-se que a estação reprodutiva, baseada no método tradicional (50% SC demarcam o início da estação e 50% RG+RN, demarcam o final) dura 5 meses em *R. aurorubens* e 9 em *L. synagris*. Com o segundo critério (50% D demarcam o início, idem ao método tradicional para o final da estação), *R. aurorubens* levaria 7 meses (outubro a abril), *L. synagris* 10 meses (agosto a maio). Relembrando-se que nenhum dos dois métodos foi passível de uso para a espécie *L. vivanus*, mas que a sua duração foi também de 9 meses, com base aos demais indicativos considerados.

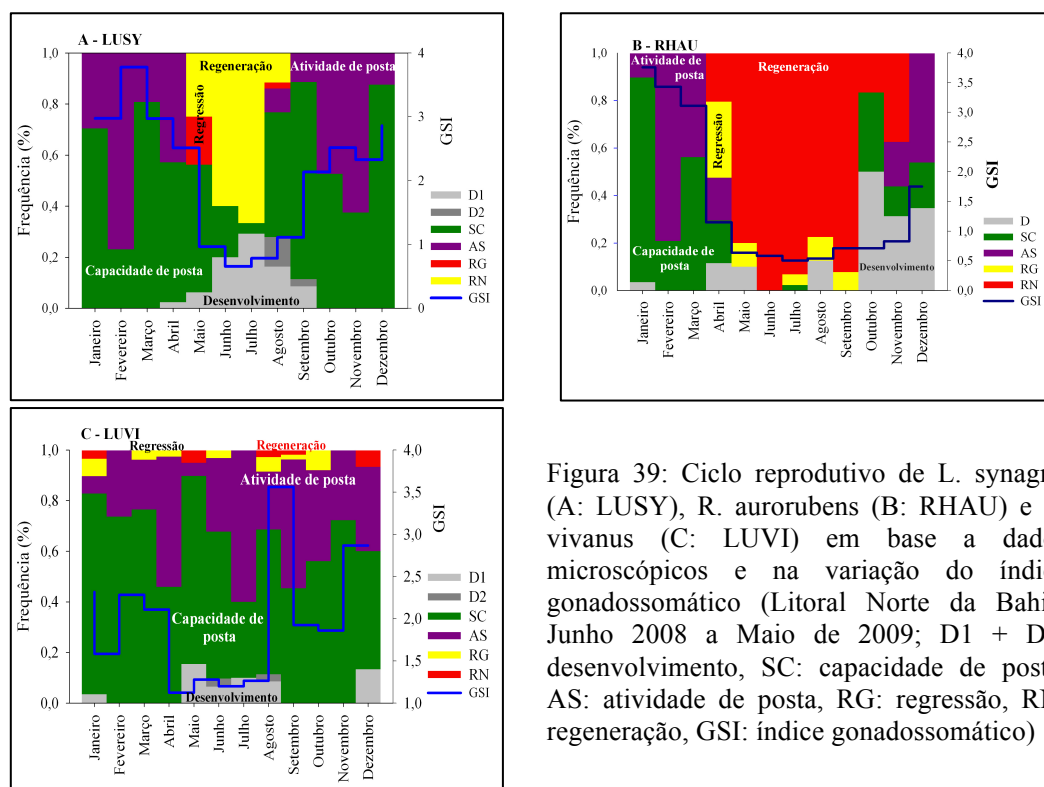


Figura 39: Ciclo reprodutivo de *L. synagris* (A: LUSY), *R. aurorubens* (B: RHAU) e *L. vivanus* (C: LUVI) em base a dados microscópicos e na variação do índice gonadosomático (Litoral Norte da Bahia, Junho 2008 a Maio de 2009; D1 + D2: desenvolvimento, SC: capacidade de posta, AS: atividade de posta, RG: regressão, RN: regeneração, GSI: índice gonadosomático)

Aplicando-se os métodos supracitados para os dados obtidos através da escala macroscópica, somente foi possível estabelecer o padrão de início e fim da estação reprodutiva para a espécie *R. aurorubens*, dada a sobre e subestima das fases do desenvolvimento gonadal ocasionada pela escala baseada em dados macroscópicos, já vistos anteriormente.

A distribuição das fases de desenvolvimento gonadal com base a dados macroscópicos ao longo dos meses da estação reprodutiva, descreve posta anual para *L. synagris*, atendo-se à presença de fêmeas com ovários em C2 (maduros com ovos hidratados). Ainda que sobrestimado o número de fêmeas, a época de regressão-regeneração da população foi similar àquela determinada pela escala microscópica, representada pelas fêmeas nas fases D e E (Figura 40A).

Em *R. aurorubens*, vê-se que a estação reprodutiva se inicia em novembro, um mês depois daquela determinada com dados microscópicos, a estação de regressão-regeneração seria a mesma, salvo o mês de junho, onde foram encontradas as maiores sobrestimas dos estados A e B (respectivamente imaturo e em desenvolvimento inicial), fato que ocorreu, em menores proporções ao longo de todo o ciclo. A época de posta

começaria também um mês depois, em dezembro, e finalizaria igualmente, em abril. No entanto, a principal diferença do ciclo obtido a partir de dados microscópicos está na subestimação da fração de fêmeas desovante (Figura 40B).

Para *L. vivanus*, a distinção fundamental também residiu na sobre-identificação dos estados A e B. Muito embora a posta definida tenha sido anual com este tipo de dados, as proporções de identificação de fêmeas C2 foram notadamente inferiores àsquelas encontradas pela escala microscópica (Figura 40C).

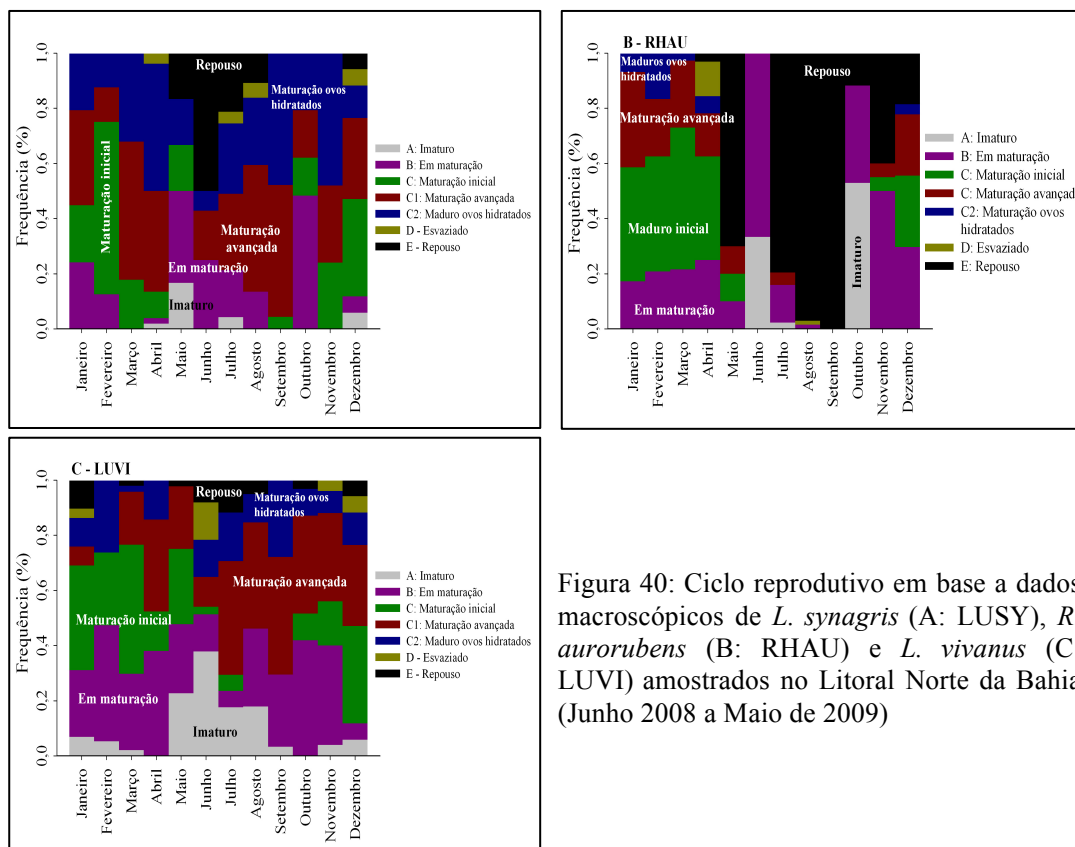


Figura 40: Ciclo reprodutivo em base a dados macroscópicos de *L. synagris* (A: LUSY), *R. aurorubens* (B: RHAU) e *L. vivanus* (C: LUVI) amostrados no Litoral Norte da Bahia (Junho 2008 a Maio de 2009)

Efeitos maternos

Nesta seção, buscou-se identificar o efeito do comprimento maternal sobre a temporalidade do ciclo reprodutivo estudado sobre duas perspectivas. A primeira foi a partir da análise do Ct médio em que as fêmeas na fase D iniciam a estação reprodutiva, perspectiva não aplicável para *L. vivanus*, em função da escassez de indivíduos identificados nesta fase e que tampouco foram coletados no início da estação reprodutiva (dezembro (n= 2) e janeiro (n=1)). Entretanto, para *L. synagris* e *R. aurorubens*, o comprimento médio foi de 30 cm, corroborando a hipótese de que fêmeas mais velhas iniciam antes a estação reprodutiva.

Sob a segunda perspectiva, a análise foi feita para fêmeas em capacidade de posta (SC e AS), as quais foram consideradas como “disponíveis à posta” ou ativas e as “não disponíveis à posta” ou inativas RG e RN, sendo as fêmeas nas fases I e D excluídas do cálculo. O tamanho foi avaliado por intervalos de classes, ainda que artificiais, com a maturidade sexual como variável de resposta, sendo o mês de coleta dentro do ciclo anual e o tamanho como explicativas, além da interação entre elas nos meses correspondentes ao início e final da estação reprodutiva.

Na Tabela 25 estão registrados os resultados das respectivas análises. Globalmente, encontrou-se efeito significativo do tamanho e do tempo sobre as fêmeas em capacidade de posta para *L. synagris* e *R. aurorubens*, porém apenas do tamanho na espécie *L. vivanus*.

Considerando-se as classes, pode-se dizer que em *L. synagris* existe um efeito do tamanho sobre a proporção de fêmeas que iniciam a estação reprodutiva e que este efeito depende do mês de coleta, sendo que a tendência é de que fêmeas maiores iniciem a estação e alcem o seu 100% em outubro. As fêmeas medianas o atingem em novembro e as pequenas em fevereiro, mantendo-se esta proporção sem mudanças significativas até o final da estação (Tabela 25, Figura 41B).

Em *R. aurorubens* também existe um efeito do tamanho e do tempo sobre a proporção de fêmeas ativas, mas, quando avaliada a interação entre o tamanho e o tempo, encontrou-se significância apenas para aquelas de maiores tamanhos. As grandes fêmeas não entram em altas proporções no princípio da estação reprodutiva, passando de 20% no mês de outubro (início da estação reprodutiva) para 50% em novembro,

aproximando-se dos 100% somente em março e mantém esta proporção sem diferenças significativas até o final do ciclo (Tabela 25, Figura 41C e D).

Para *L. vivanus*, não há relações significativas do comprimento nem do tempo sob a proporção de fêmeas ativas em nenhum dos cenários considerados e a estação começa com 100% de qualquer tamanho, muito embora fêmeas pequenas tendam a diminuir em suas proporções no final da estação (Tabela 25, Figura 41E e F).

Tabela 25: Resumo dos modelos lineares generalizados (binomial) para descrever a probabilidade de uma fêmea estar em capacidade de posta em função do comprimento e do tempo (Análise 1) e probabilidade em função do tempo em interação com o tamanho, considerando-se classes de tamanho durante o início e final da estação reprodutiva (Classes: Fêmeas pequenas: ≥ 25 cm; medianas: [25, 30] e grandes: >30)

Análise 1: Estação reprodutiva – influência do comprimento e mês sobre a proporção								
		DE (%)	AIC	GI	Estimado	Erro padrão	z	p
LUSY	Ct	5,813	309,67	300	0,064	0,027	2,351	<0,05
	Mês	18,60	296,88	300	-0,176	0,042	-4,14	<0,001
RHAU	Ct	5,99	338,5	262	0,036	0,03935	2,385	<0,01
	Mês	108,73	448,67	404	-0,384	0,042	-8,98	0,001
LUVI	Ct	7,927	48,93	365	0,41	0,166	2,485	<0,05
	Mês	4,69	52,19	366	-0,33	0,183	-1,84	0,06
Análise 2: Estação reprodutiva – Interação mês e comprimento por intervalos de classe								
LUSY: Início								
		DE (%)	AIC	GI	Estimado	Erro padrão	z	p
Mês:Ct pequenos		50,92	116,04	251	0,992	0,238	4,156	<0,05
Mês:Ct medianos		2,57	164,38	251	0,064	0,041	1,561	<0,001
Mês:Ct grandes		51,163	108,8	250	0,041	0,010	4,06	<0,001
Final								
Mês:Ct pequeno		5,74	4	6	-45,87	84122	-0,001	1
Mês:Ct mediano		12,99	17,4	22	-2,648	1,093	2,422	0,052
Mês:Ct Grande		0,56	19,2	16	-0,4904	0,6693	-0,733	0,4
RHAU: Início								
		DE (%)	AIC	GI	Estimado	Erro padrão	z	p
Mês:Ct pequenos		0,187	200,81	145	-0,040	0,093	-0,43	0,66
Mês:Ct medianos		0,939	343,56	232	0,066	0,068	0,97	0,33
Mês:Ct grandes		13,142	34,5	41	1,154	0,401	2,87	<0,01
Final								
Mês:Ct pequenos		0	4	50	-2,94e-14	6,71e+04	0	1
Mês:Ct medianos		0	4	58	-1,51e-06	4,46e+04	0	1
Mês:Ct Grandes		0,344	23,56	31	0,417	0,779	0,53	0,59
LUVI: Início								
		DE (%)	AIC	GI	Estimado	Erro padrão	z	p
Mês:Ct pequenos		1,232	39	18,64	-0,435	0,481	-0,90	0,36
Mês:Ct médios		2,191	25	244	-0,568	0,519	-1,09	0,27
Mês:Ct Grandes		0	4	121	-8,41e-07	1,19e+04	0	1
Final								
Mês:Ct pequenos		0,09	11,252	14	0,246	0,819	0,301	0,76
Mês:Ct médios		2,16e-14	28,40	65	2,38e-14	4,78e-01	0	1
Mês:Ct Grandes		0	4	36	1,32e-10	5,24e+04	0	1

Legenda: LUSY: *L. synagris*, RHAU: *R. aurorubens*, LUVI: *L. vivanus*, AIC: critério de informação Akaike da bondade do ajuste, z: distribuição de Z, p: nível de significância

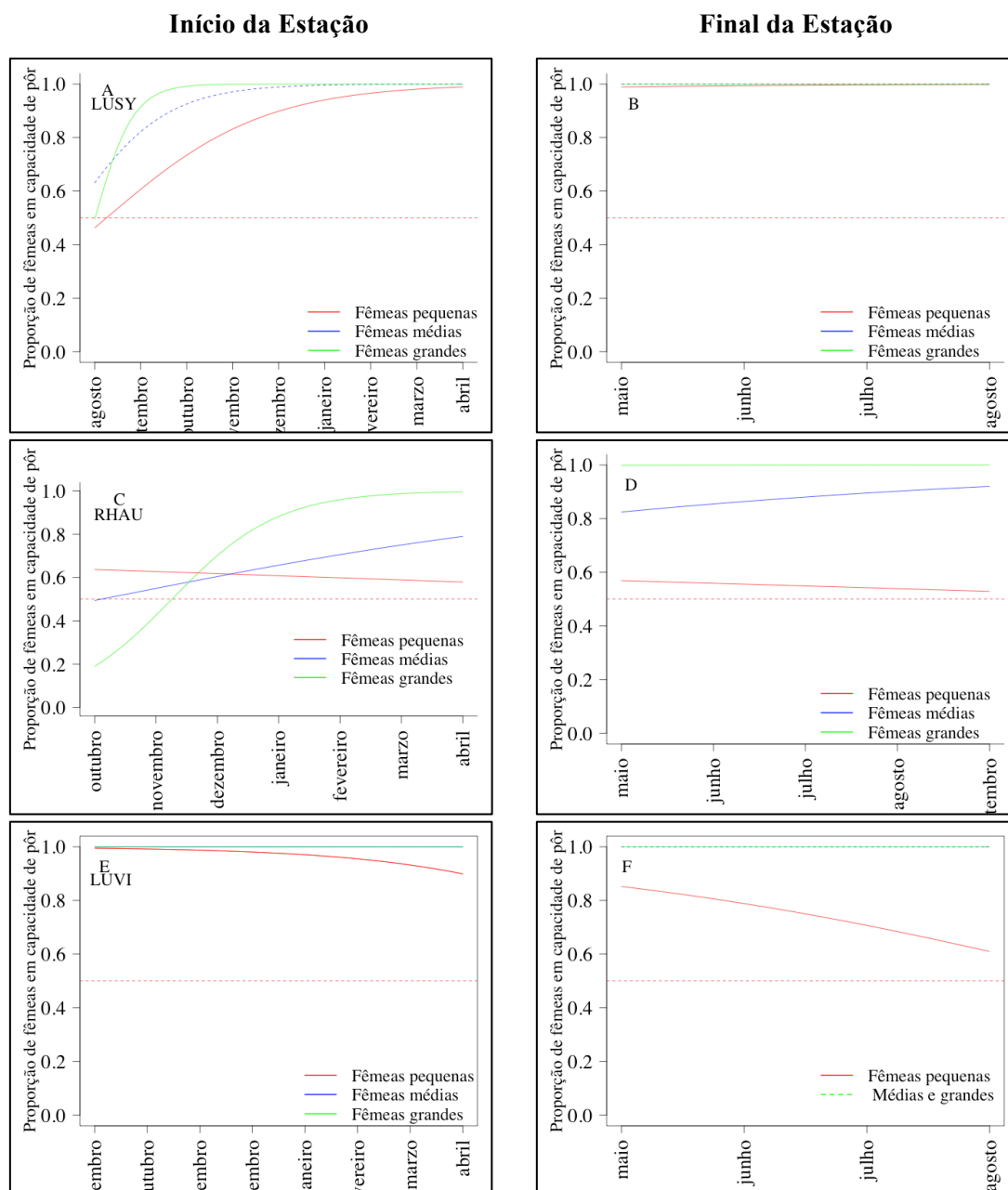


Figura 41: Predição do começo da posta para fêmeas pequenas (>25 cm), fêmeas medianas ($[25, 30$ cm]) e fêmeas grandes (>30 cm) durante o início (esquerda) e final da estação (direita) de *L. synagris* (A, B), *R. aurorubens* (C, D) e *L. vivanus* (E, F) (Litoral Norte da Bahia, junho 2008 a maio de 2009)

Escala Intrasazonal

Esta escala ocorre dentro da época de posta, definida por indivíduos em SC, e é caracterizada pela prevalência de fêmeas com signos de posta iminente ou recente (AS) e informa o tempo, em dias, que um indivíduo põe durante a estação. A prevalência de indivíduos nesta fase do desenvolvimento gonadal permitiu, nesta seção, a estimação da fração de fêmeas desovantes (FCp) com respeito à população total de fêmeas maduras, a frequência de posta (FQp), e o número de lotes postos (Nl).

De um modo geral, os valores médios da FCp das espécies estudadas foi de aproximadamente 0,30. A maior proporção (valores $\geq 50\%$ da população), foi observada em fevereiro e novembro em *L. synagris* (0,77 e 0,63, respectivamente); em fevereiro para *R. aurorubens* (0,79) e em abril, julho e setembro para *L. vivanus* (0,51, 0,67, 0,51, respectivamente). A FQp média esteve entre 4 (*R. aurorubens*) e 5 dias (*L. synagris* e *L. vivanus*) e o número de lotes postos médio foi de 10 para as espécies do gênero *Lutjanus* e de 11 para *R. aurorubens* (Tabela 26, Figura 42).

Em *L. vivanus*, ainda que com posta anual, os meses que compuseram a sua época de repouso tiveram estimas de desova similares a alguns meses da EP e, portanto, diferenças nas estimativas entre as duas épocas do ciclo reprodutivo não puderam ser estabelecidas. Os meses correspondentes a ERR comportaram-se da seguinte forma: teve-se em maio a menor fração e maior frequência de posta ($FCp= 0,05$ e $FQp= 19$), valores próximos aqueles do mês de janeiro ($FCp= 0,07$ e $FQp= 14,5$).

Os resultados de junho aproximaram-se daqueles do período de outubro a dezembro (respectivamente: Junho: $FCp= 0,31$ e $FQp= 3$; Outubro-Dezembro: FCp [0,28, 0,36] e FQp [3, 4]). Em julho, último mês do repouso, ocorreu o maior pico de FCp da estação (0,67) e portanto, o menor de FQp (1,50). Como o Nl é derivado da FQp , o comportamento de seus picos é inversamente proporcional, portanto, julho foi o mês com o maior número de lotes postos (Nl : 20,67, Tabela 26).

Deste modo, e baseado no comportamento populacional das espécies com respeito a frequência e duração total da posta, assumiu-se que a duração individual de uma fêmea para as espécies estudadas esteve entre dois meses e com um intervalo de posta de 4 dias para *L. synagris* e *R. aurorubens* e 5 dias para *L. vivanus*. Se considerados os 12

meses de atividade de desova em *L. vivanus*, a duração seria de dois meses e meio e de mesma frequência de posta.

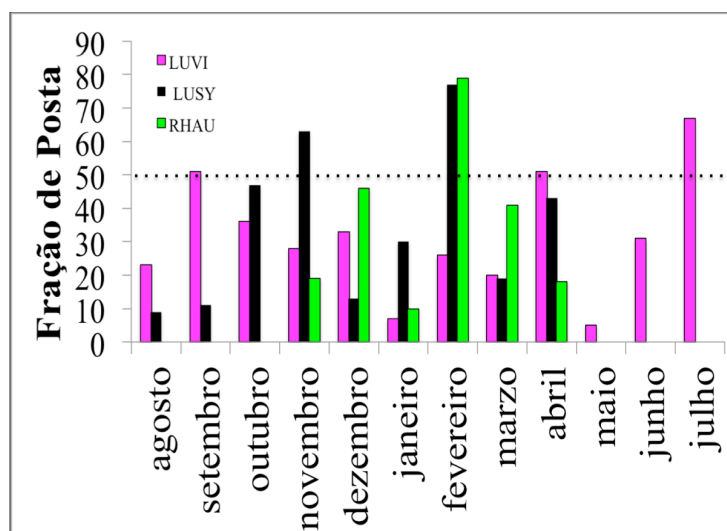


Figura 42: Fração de posta e picos de atividade reprodutiva considerando o ponto de corte igual a 50% das fêmeas em desova

Tabela 26: Valores médios da fração (FCp) e frequência de posta (FQp) e número de lotes (NI) (n = número indivíduos, \bar{x} pop: média populacional, SD: desviação padrão)

	LUSY				RHAU				LUVI			
	FCp	FQp	NI	n	FCp	FQp	NI	n	FCp	FQp	NI	n
<i>agosto</i>	0,09	10,75	2,88	43	-	-	-	-	0,23	4,38	7,09	29
<i>setembro</i>	0,11	8,75	3,43	35	-	-	-	-	<u>0,51</u>	1,96	15,28	19
<i>outubro</i>	0,47	2,11	14,68	19	-	-	-	-	0,36	2,78	11,16	51
<i>novembro</i>	<u>0,63</u>	1,60	18,75	24	0,19	5,33	5,81	16	0,28	3,60	8,33	37
<i>dezembro</i>	0,13	8,00	3,88	24	0,46	2,17	14,31	26	0,33	3,00	10,33	39
<i>janeiro</i>	0,30	3,38	9,19	27	0,10	9,67	3,21	58	0,07	14,50	2,14	32
<i>fevereiro</i>	<u>0,77</u>	1,30	21,54	13	<u>0,79</u>	1,26	24,54	24	0,26	3,80	7,37	12
<i>março</i>	0,19	5,20	5,96	26	0,41	2,41	12,85	41	0,20	5,10	6,08	35
<i>abril</i>	0,43	2,33	12,86	42	0,18	5,57	5,56	78	<u>0,51</u>	1,95	15,41	53
<i>maio</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05	19,50	1,59	25
<i>junho</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,31	3,20	9,68	18
<i>julho</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>0,67</u>	1,50	20,67	15
\bar{x} pop	0,35	4,82	10,35		0,31	4,40	11,05		0,32	5,44	9,59	
<i>SD</i>	0,24	3,52	6,96		0,27	3,12	7,94		0,18	5,60	5,53	

Foi avaliada a variabilidade da *FCp* e do *Nl* em função dos meses da EP, lua, estações naturais (EN) e segundo o ritmo das chuvas (ECH). Em todas as espécies, o comportamento sazonal da *FCp* e do *Nl* foi o mesmo, portanto, a descrição da análise será realizada de modo conjunto.

Para *L. synagris* diferenças significativas ocorreram com relação a variável mês, EN e ECH, mas não para a lua (Tabela 27). Observa-se na Figura 43A, que os valores da *FCp* e do *Nl* se incrementaram do início em direção à metade da EP, com maior pico em fevereiro, decrescendo em direção ao seu final. Estes valores, durante a EN, aumentam da primavera ao verão e decrescem em direção ao inverno, o que foi reforçado quando a análise é realizada para as estações segundo o ritmo, a qual indicou que a *FCp* e o *Nl* crescem do período chuvoso ao seco (Figura 43C e D)

Em *R. aurorubens*, diferenças significativas foram encontradas apenas para as variáveis mês e lua. Vê-se o aumento dos valores da *FCp* e do *Nl* do mês de janeiro a fevereiro, onde encontra o maior pico, decrescendo aos menores valores em abril. Nesta espécie, a fase nova da lua exibe os maiores valores, decrescendo em direção à crescente, que embora experimente aumento em direção à cheia, não difere significativamente desta (Tabela 27, Figura 44A e B).

Já para *L. vivanus*, todas as variáveis de sazonalidade tiveram relação significativa com a *FCp* e o *Nl*. Mensalmente, o descenso ocorreu logo do início da posta em direção ao final, no mês de março, a partir do qual experimentou outro ascenso durante a ERR (Figura 45A). Entre as fases da lua, vê-se que a lua cheia apresenta os maiores valores com respeito a nova e minguinte, que, entre si, não apresentam diferenças significativas (Figura 45B). O outono e o inverno apresentam os maiores valores com respeito à primavera e ao verão, ratificado pela análise da ECH, a qual indica o período chuvoso como aquele de maiores *FCp* e *Nl* para esta espécie (Tabela 27, Figura 45 C e D).

Fazendo-se generalizações para os lutjanídeos estudados, tem-se como indicativo de que a época de posta possui pelo menos um pico de atividade reprodutiva por espécie e que se dá na época mais seca do ano para *Rhomboplites* e *L. synagris* e no chuvoso ao seco temporão para *L. vivanus*.

Tabela 27: Resultado da análise da variância da fração de posta e do número de lotes e as variáveis sazonais mês da época de posta, lua, estação segundo o ritmo das chuvas (ECH) e estações naturais (EN) das espécies *L. synagris* (LUSY), *R. aurorubens* (RHAU) e *L. vivanus* (LUVI)

LUSY						
	Fração de posta			Número de lotes		
	Gl	F	p	Gl	F	p
Mês	8	1,1e+31	<0,001	8	0,29	<0,05
Lua	3	1,70	0,21	3	1,64	0,27
EN	3	363,4	<0,001	3	373,2	<0,001
ECH	1	39,26	<0,001	1	37,85	<0,001
RHAU						
	Fração de posta			Número de lotes		
	Gl	F	p	Gl	F	p
Mês	6	3,2e+35	<0,001	6	1,7e+3	<0,01
Lua	3	0,305	<0,05	3	10,59	<0,05
EN	3	2,70	0,14	3	2,68	0,14
ECH	1	2,38	0,16	1	2,34	0,17
	Fração de posta			Número de lotes		
	Gl	F	p	Gl	F	p
Mês	11	3,1e+39	<0,001	11	963225	0,001
Lua	3	12,6	<0,001	3	12,6	0,001
EN	3	4,54	<0,05	3	5,71	<0,05
ECH	1	10,03	<0,001	1	5,13	<0,01

Legenda: : Gl: graus de liberdade, F: distribuição

de Fisher, p: nível de significância

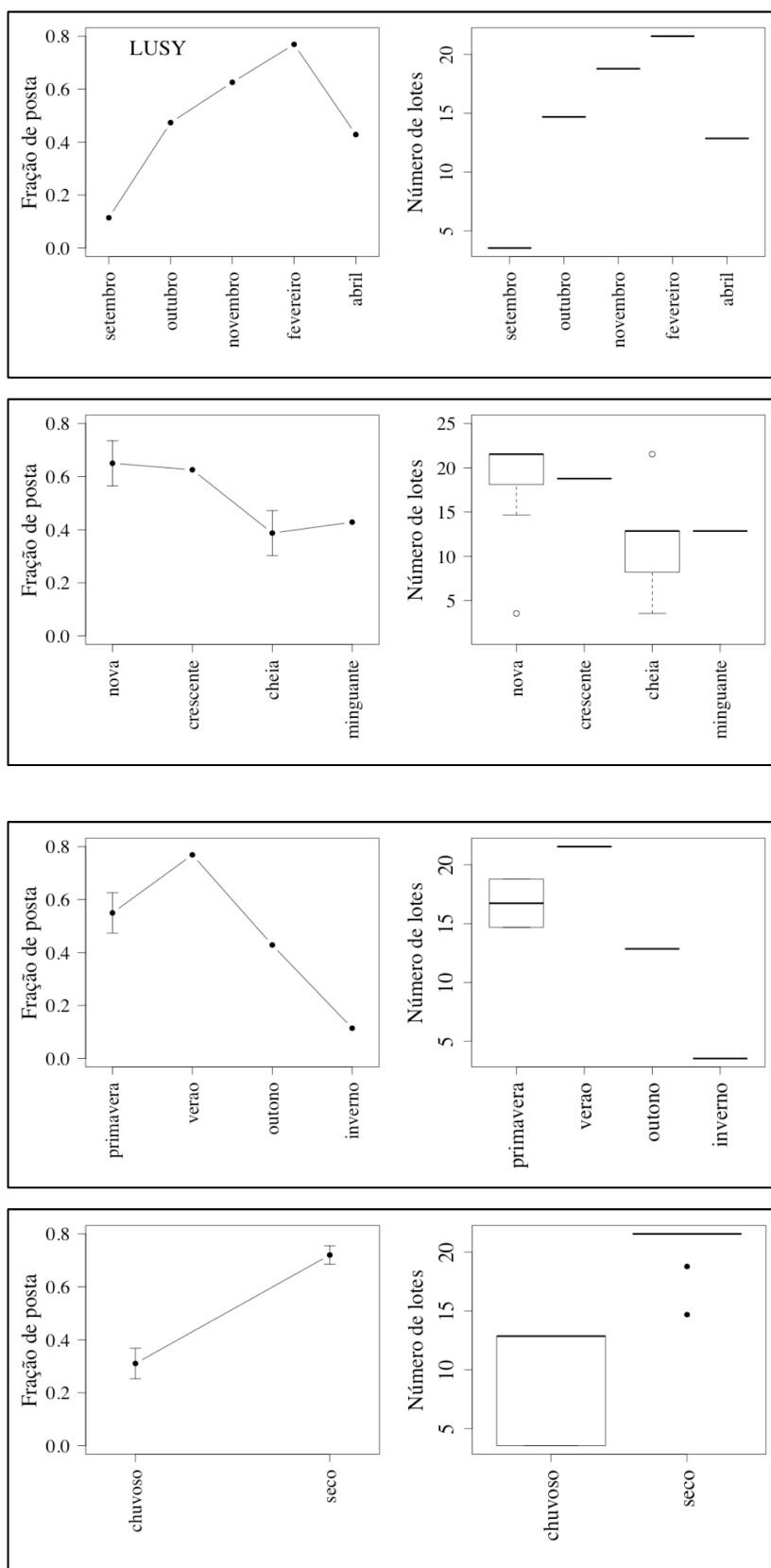


Figura 43: Comportamento da fração de posta e do número de lotes de *L. synagris* em função dos meses da época de posta (A), das fases da lua (B), das estações naturais (C) e das estações segundo o ritmo das chuvas (D) (Litoral Norte da Bahia, Maio 2008 a Junho 2009)

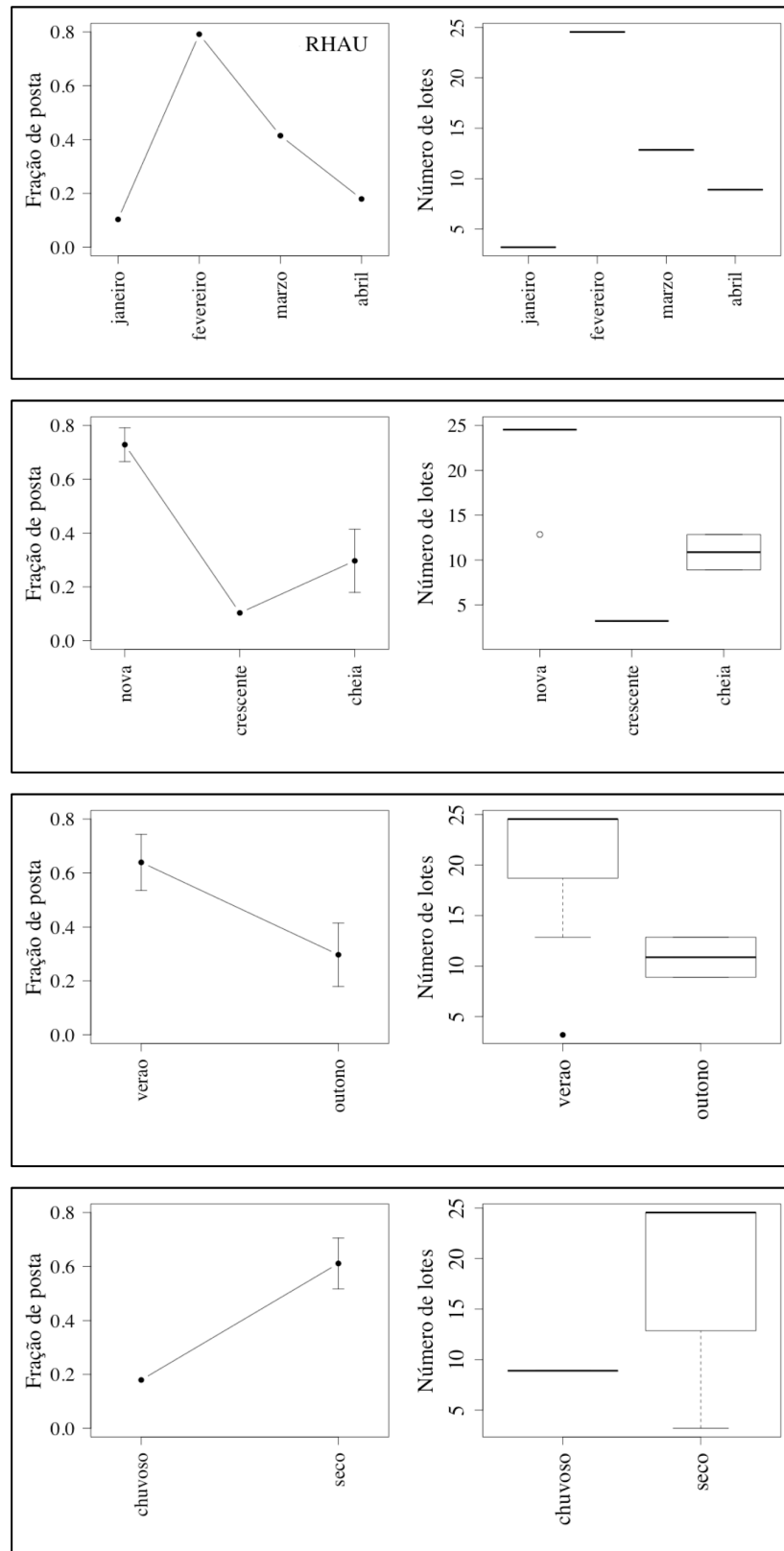


Figura 44: Comportamento da fração de posta e do número de lotes de *R. aurorubens* em função dos meses da época de posta (A), das fases da lua (B), das estações naturais (C) e das estações segundo o ritmo das chuvas (D) (Litoral Norte da Bahia, Maio 2008 a Junho 2009)

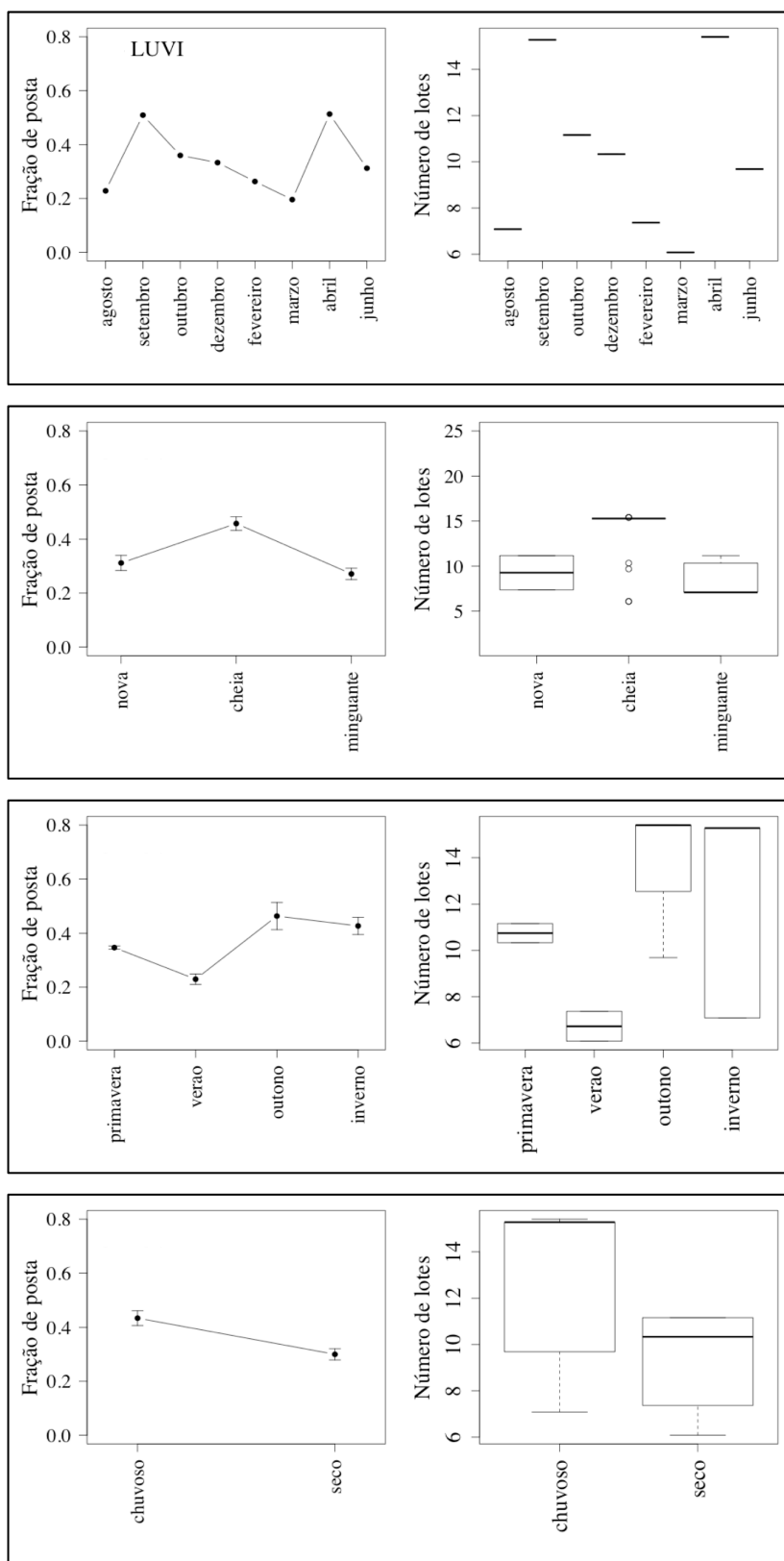


Figura 45: Comportamento da fração de posta e do número de lotes de *L. vivanus* em função dos meses da época de posta (A), das fases da lua (B), das estações naturais (C) e das estações segundo o ritmo das chuvas (D) (Litoral Norte da Bahia, Maio 2008 a Junho 2009)

Escala Diária

A escala diária descreve o horário, locais e/ou a distribuição das fêmeas na zona em que a desova ocorre. Mesmo que as amostragens não tenham sido desenvolvidas para cumprir este objetivo, aproximações puderam ser feitas. Na Tabela 28, está demonstrado que o período crepuscular-noturno pode ser considerado como indicativo de posta noturna para os lutjanídeos estudados, dado pela alta prevalência durante este período do dia, tanto de fêmeas com signos de posta iminente (ovos hidratados e núcleos migratórios: 73% das amostras, n=83), quanto em posta recente (POF recentes e núcleos migratórios: 84% das amostras, n= 125).

Tabela 28: Número de indivíduos coletados com signos de posta iminente (NM + HID) e posta recente (POF recente e intermediário) e sua prevalência por período de coleta para as espécies *L. synagris* (LUSY), *R. aurorubens* (RHAU) e *L. vivanus* (LUVI) - Números entre parêntese equivalem ao total de fêmeas amostradas em atividade de posta (AS)

Dia	Iminente		Recente	
	NM	HID	POF	Total espécie
LUSY (76)	6	8	14	28
RHAU (71)	3	6	8	17
LUVI (110)	2	5	11	18
Total categoria	26,5% (30)		15,5% (23)	24,5% (63)
Crepuscular-Noturno	Iminente		Recente	
	NM	HID	POF	Total espécie
LUSY	8	10	30	48
RHAU	5	7	42	54
LUVI	13	26	53	92
Total categoria	73,50% (83)		84,5% (125)	75,5% (194)

Legenda: NM: núcleos migratórios, HID: ovos hidratados, POF: folículos pós-ovulatórios, AS: atividade de posta

A distribuição espacial das fêmeas de acordo às fases de desenvolvimento gonadal (D: 3, SC: 4, AS: 5, RG: 6 RN: 7) dentro da EP foi obtida para as três espécies, em função do rumo da embarcação dentro da zona de pesca explorada, onde observou-se diferenças significativas para todas as espécies (LUSY: gl= 2, $\chi^2= 36,67$, $p < 0,001$, RHAU: gl= 2, $\chi^2= 23,44$, $p < 0,001$, LUVI: gl= 3, $\chi^2= 16,29$, $p < 0,001$).

Ilustrada na Figura 46 estão estes padrões de distribuição espacial. Em *L. synagris*, houve predomínio claro de fêmeas em desenvolvimento ao sudoeste da mancha e ao norte de fêmeas em AS. Já em *R. aurorubens*, as fêmeas em capacidade de posta foram

encontradas significativamente ao sul, aquelas em regressão-regeneração ao norte e, na região central da mancha recifal se observou uma tendência de agrupamento daquelas em desenvolvimento. Para *L. vivanus*, fêmeas SC e AS predominaram ao norte da mancha recifal, sem tendências claras para as demais fases.

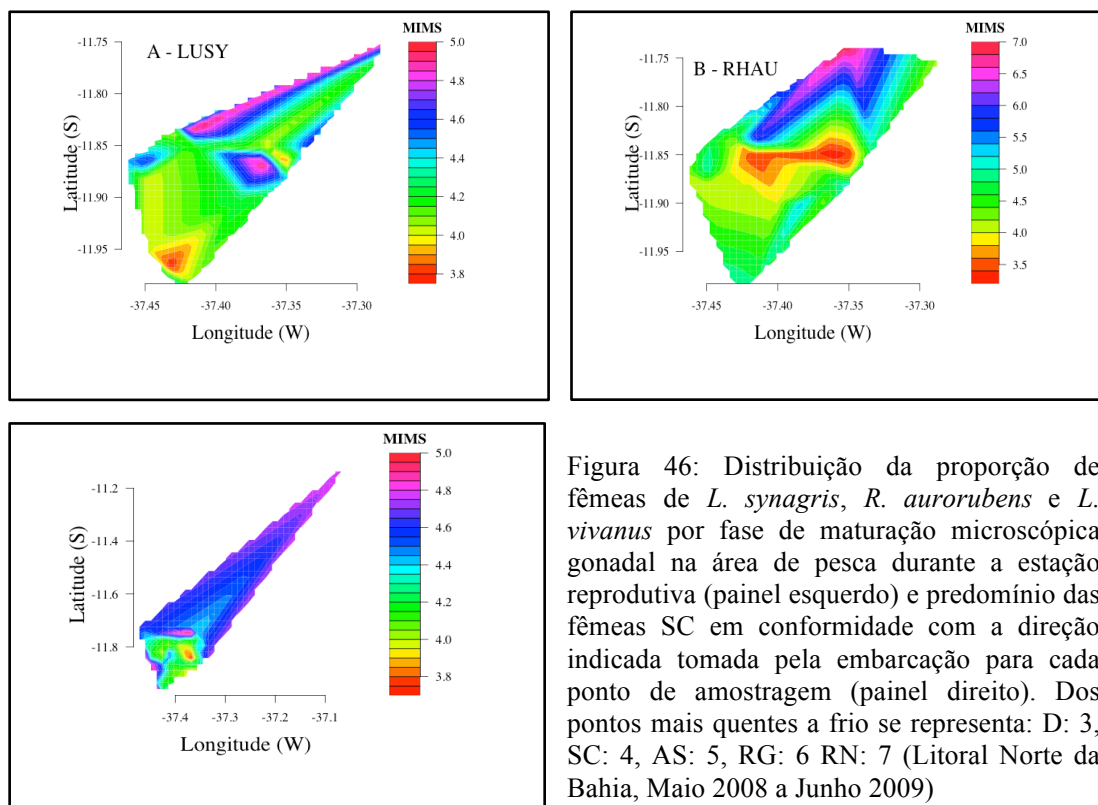


Figura 46: Distribuição da proporção de fêmeas de *L. synagris*, *R. aurorubens* e *L. vivanus* por fase de maturação microscópica gonadal na área de pesca durante a estação reprodutiva (painel esquerdo) e predomínio das fêmeas SC em conformidade com a direção indicada tomada pela embarcação para cada ponto de amostragem (painel direito). Dos pontos mais quentes a frio se representa: D: 3, SC: 4, AS: 5, RG: 6 RN: 7 (Litoral Norte da Bahia, Maio 2008 a Junho 2009)

3.2.5 Fecundidade

Tipo de Fecundidade

Para determinação do tipo de fecundidade das espécies, foram analisadas quatro premissas de evidencia através do i) estudo da evolução temporal do número de ovócitos em crescimento secundário (NDO e NDO_r), ii) Ocorrência de hiato entre os estoques de ovócitos em alvéolos corticais e vitelogênicos, iii) Aumento na média do diâmetro dos ovócitos, iv) da atresia.

A primeira premissa, referiu-se a variação temporal dentro da época de posta do NDO e NDO_r, para a qual diferenças significativas foram identificadas nas três espécies (Tabela 29). O comportamento do NDO em *L. synagris* foi claramente crescente de agosto até fevereiro, mês de maior produção de ovos, decrescendo então, até o final da estação. Para o NDO_r, o aumento se deu apenas até dezembro, mês de maior pico, decrescendo entre os meses de janeiro e fevereiro, para encontrar outro pico de produção em março, decaindo em abril (Figura 47A).

Em *R. aurorubens*, o NDO e o NDO_r apresentaram baixos valores nos três primeiros meses (outubro a dezembro), dois picos, um em janeiro e outro em março, com o último mês da EP de média similar aos meses iniciais (Tabela 29, Figura 47B). Na espécie *L. vivanus*, as médias mensais do NDO e NDO_r apresentaram flutuações significativas, com comportamento crescente no início da estação de posta (EP), decrescendo ao final desta, sendo agosto, outubro e novembro, os de menor produção de ovos e setembro e janeiro aqueles de maior produção (Tabela 29, Figura 47C).

Os meses finais da EP (fevereiro a abril) em *L. vivanus*, não apresentaram diferenças significativas entre si para o NDO (ANOVA: $p = 0,12$), mas sim para o NDO_r (ANOVA: $p = 0,05$), que apresentou um pequeno ciclo de decréscimo-acréscimo neste período (Figura 47C). Estes resultados, com um crescimento contínuo ou estabilidade do NDO e NDO_r durante a época de posta, e somente um crescimento forte ao final da época, indicando que ovócitos em crescimento primário são recrutados a madurar continuamente durante a época de posta em todas as espécies estudadas.

Tabela 29: Resultados da análise da variância da fecundidade potencial (NDO) e relativa (NDO_r) em função do mês, lua, estações naturais (EN) e estação segundo o ritmo das chuvas (ECH)

ANOVA	LUSY			RHAU			LUVI		
NDO	Gl	F	p	Gl	F	p	Gl	F	p
Mês	11	3,38	<0,01	7	3,374	<0,001	11	2,24	<0,05
Lua	3	2,56	0,06	3	0,97	0,40	3	3,52	<0,05
EN	3	6,61	<0,001	2	15,99	<0,001	3	2,41	0,07
ECH	1	13,37	<0,001	1	7,75	<0,01	1	7,13	<0,05
NDO _r									
	Gl	F	p	Gl	F	p	Gl	F	p
Mês	11	3,54	<0,01	7	7,87	<0,001	11	2,24	<0,05
Lua	3	0,56	0,6	3	4,728	<0,001	3	1,40	0,25
EN	3	6,51	<0,001	2	40,6	<0,001	3	3,17	<0,05
ECH	1	14,95	<0,001	1	10,73	<0,001	1	9,396	<0,01

Legenda: Gl: graus de liberdade, F: distribuição de Fisher p: nível de significância. LUSY: *L. synagris*, RHAU: *R. aurorubens*, LUVI: *L. vivanus*

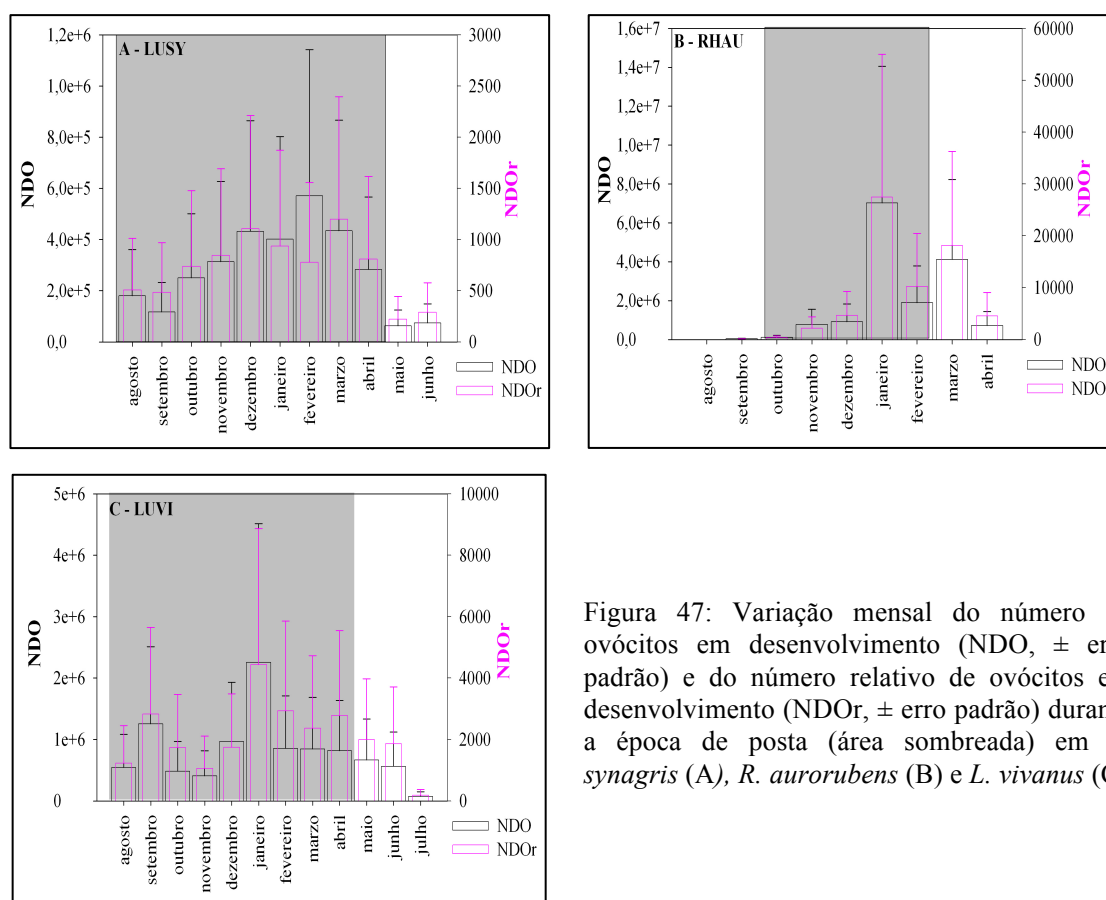


Figura 47: Variação mensal do número de ovócitos em desenvolvimento (NDO, \pm erro padrão) e do número relativo de ovócitos em desenvolvimento (NDO_r, \pm erro padrão) durante a época de posta (área sombreada) em *L. synagris* (A), *R. aurorubens* (B) e *L. vivanus* (C)

A segunda premissa analisou a distribuição do tamanho dos ovócitos em crescimento secundário nas diferentes fases do desenvolvimento gonadal, não tendo sido encontrado hiato entre ovócitos previtelogênicos (alvéolos corticais) e vitelogênicos em nenhuma das espécies estudadas (Figura 48). A Figura 49 considera a distribuição de frequência de tamanho do estoque de ovócitos em crescimento secundário de fêmeas sem signos de posta recente ao longo do ciclo reprodutivo, a qual exhibe, para as três espécies em questão, variabilidade significativa na distribuição dos tamanhos, evidência de que os ovócitos não experimentam aumento progressivo no decorrer da estação de posta (ANOVA: LUSY, RHAU e LUVI: $p < 0,001$). O padrão mais claro foi o apresentado por *L. vivanus*, com um incremento drástico no tamanho médio ao princípio da estação de posta, uma estabilidade entre 250 e 300 μm ao longo dos seguintes sete meses e um forte decrescimento ao final da posta. As outras duas espécies mostraram um padrão similar, mais com fortes flutuações durante a estação de posta.

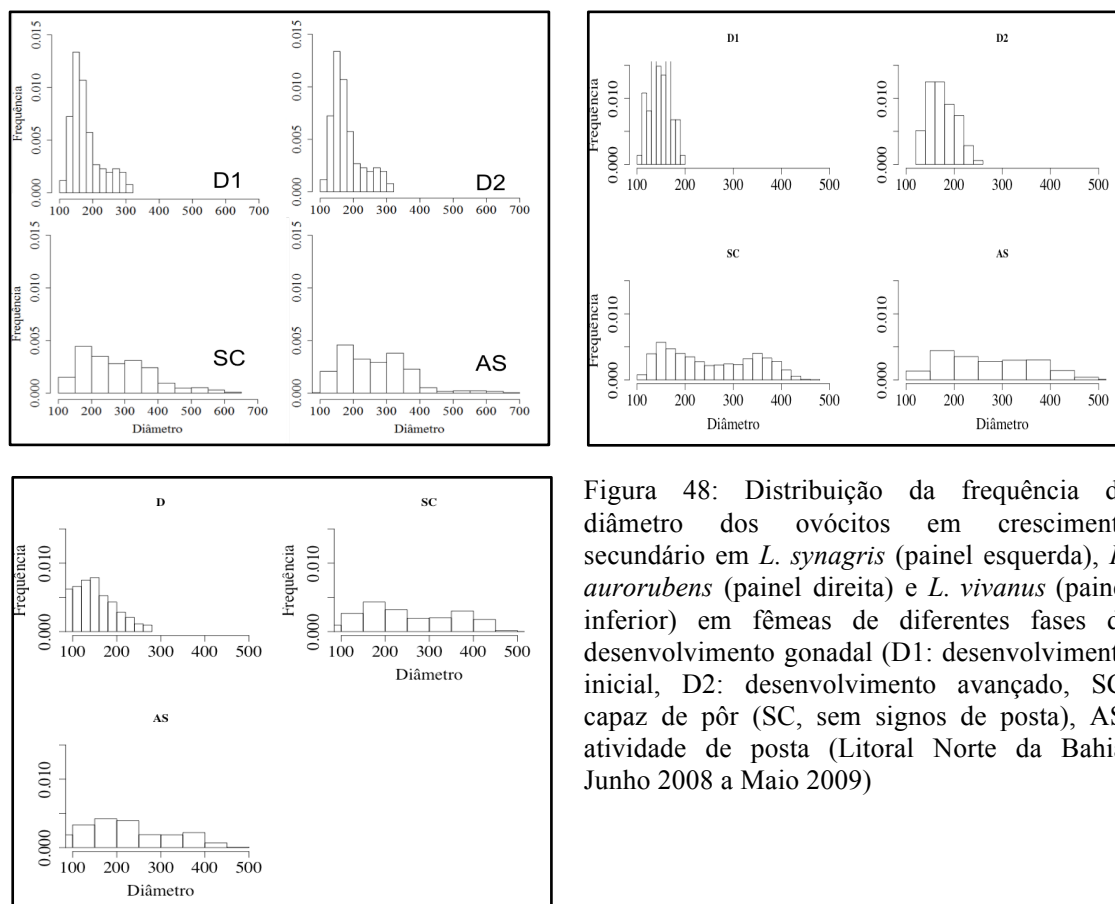


Figura 48: Distribuição da frequência do diâmetro dos ovócitos em crescimento secundário em *L. synagris* (painel esquerda), *R. aurorubens* (painel direita) e *L. vivanus* (painel inferior) em fêmeas de diferentes fases de desenvolvimento gonadal (D1: desenvolvimento inicial, D2: desenvolvimento avançado, SC: capaz de pôr (SC, sem signos de posta), AS: atividade de posta (Litoral Norte da Bahia, Junho 2008 a Maio 2009)

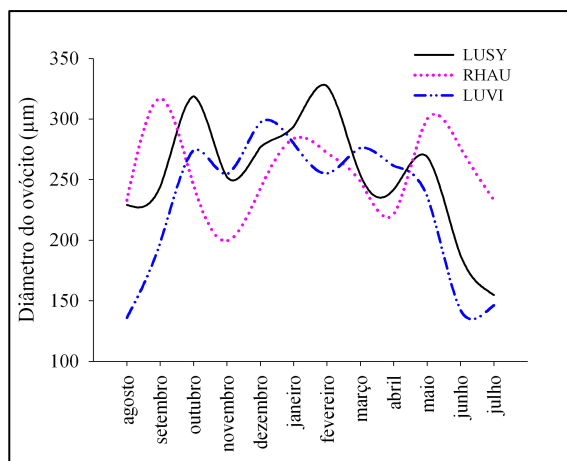


Figura 49: Diâmetros médios mensais dos ovócitos em vitelogênese avançada (Vit3) em fêmeas em capacidade de pôr sem signos de posta (n=5) em *L. synagris* (LUSY, linha negra), *R. aurorubens* (RHAU, linha rosa) e *L. vivanus* (LUVI, linha azul) (Litoral Norte da Bahia, Junho de 2008 a Maio de 2009)

A Figura 50 compara o comportamento mensal do NDO_r (analisado anteriormente) e da intensidade de atresia. Em *L. synagris* e *L. vivanus*, o aumento do processo de reabsorção dos ovócitos de modo claro ocorre no final da época de posta (março-maio), em direção a época de repouso (maio-junho). Os valores do NDO_r e da atresia foram estatisticamente diferentes entre o período correspondente a época de posta e a de regressão-regeneração (LUSY: NDO_r: GLM, Gaussian, identity, Gl: 65, AIC: 283,75, $p < 0,05$, LUVI: NDO_r: Gl: 53, AIC: 1054,9, $p < 0,05$; Atresia: GLM, poisson, log, LUSY: Gl: 65, AIC: 198,84, $p < 0,01$; LUVI: Gl: 53, AIC: 130,74, $p < 0,05$). Em *Rhomboplites* o padrão de variação da atresia foi oposto, e contraditório. A maior intensidade da atresia ocorreu ao principio da época de posta, outubro e novembro, quando o NDO_r foi baixo, igualmente ao NDO, Figura 47). A atresia variou significativamente ao longo de todos os meses da época de posta (GLM, Gaussian, identity, Gl: 69, AIC: 1440,4, $p < 0,001$; Atresia: GLM, Poisson, log, Gl: 69, AIC: 231,1, $p < 0,05$).

Numa análise de efeitos maternos sobre a atresia, não se observou relação entre a intensidade de atresia com o peso ou o tamanho da fêmea, no entanto, este fenômeno pareceu ser preponderante em indivíduos entre 200 e 400 g e menores de 33 cm em *Lutjanus* (*Lm*, LUSY: *Ct*: $p = 0,90$ *Pe*: $p = 0,88$; RHAU: *Ct*: $p = 0,052$ e *Pe*: $p = 0,056$ e LUVI: *Ct*: $p = 0,63$, *Pe*: $p = 0,065$, Figura 51).

Atendo-se ao fato de que a maioria das premissas evidenciam que ovócitos em crescimento primário são recrutados a madurar continuamente durante a época de posta, e que há um descenso na produção de ovos no final da estação, assim como uma estabilidade nos diâmetros médios, a fecundidade destas espécies seria do tipo indeterminada, muito embora somente *L. synagris* e *L. vivanus* cumpram com a última premissa, com ascenso da intensidade de atresia no fim de época de posta. Em resumo, a fecundidade anual deve ser estimada com base a fecundidade parcial e a frequência de posta, não podendo ser estimada a fecundidade potencial.

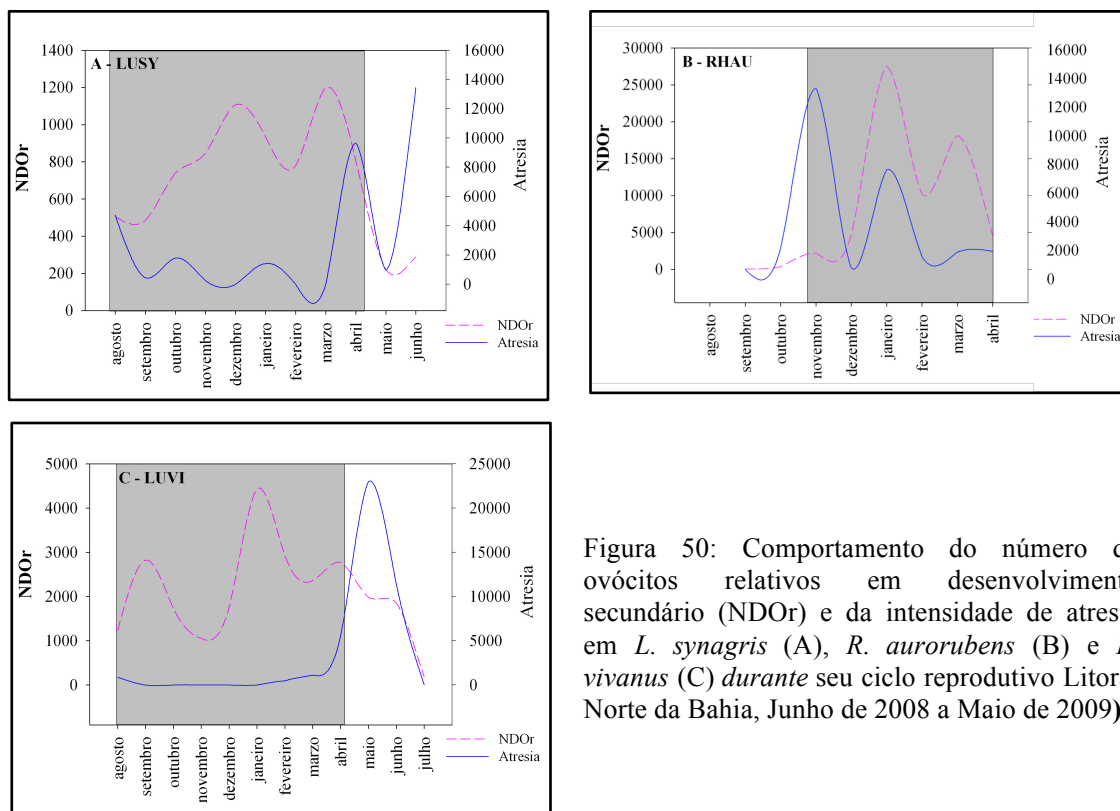


Figura 50: Comportamento do número de ovócitos relativos em desenvolvimento secundário (NDOOr) e da intensidade de atresia em *L. synagris* (A), *R. aurorubens* (B) e *L. vivanus* (C) durante seu ciclo reprodutivo Litoral Norte da Bahia, Junho de 2008 a Maio de 2009)

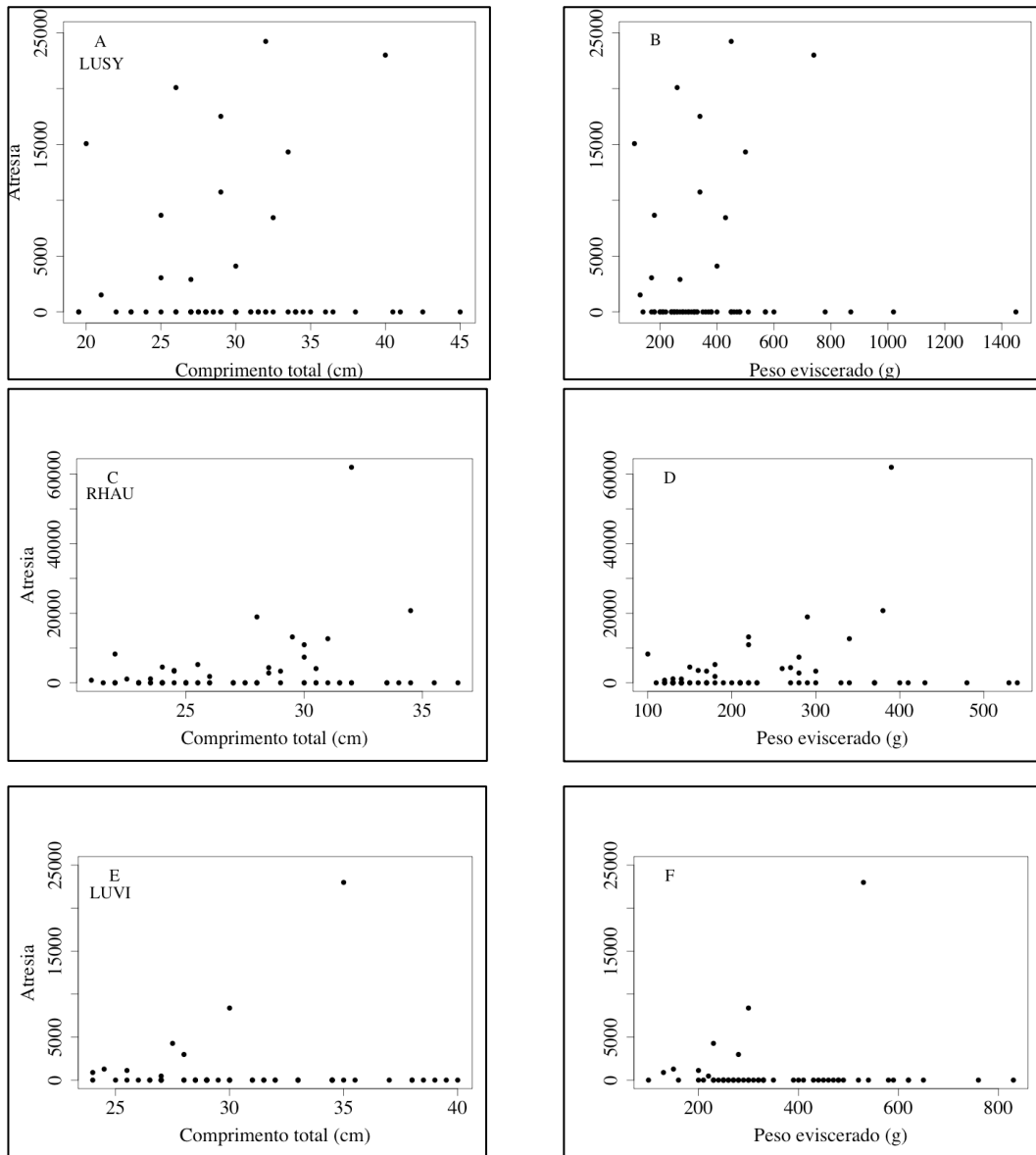


Figura 51: Intensidade de atresia versus comprimento total e peso na população amostrada de *L. synagris* (A, B), *R. aurorubens* (C, D) e *L. vivanus* (E, F) (Litoral Norte da Bahia, junho de 2008 a maio de 2009)

Número de Ovócitos em Crescimento Secundário

Efeitos sazonais

Na Tabela 29 se encontram registrados os resultados da análise da variância do NDO e NDOr por espécie com relação às demais variáveis sazonais: lua, estações naturais e estações segundo o ritmo das chuvas. Para *L. synagris*, em função da variável lua, não foram encontradas diferenças significativas na produção de ovos mas sim, em relação a EN e a ECH, onde o NDO e o NDOr decrescem da primavera ao verão, reforçando o período seco como o de maior produção de ovos em desenvolvimento secundário.

O NDO e o NDOr apresentaram variabilidade significativa também quando relacionados com a EN e ECH em *R. aurorubens*, no entanto apenas o NDOr foi significativo com relação ao fator lua, sendo a lua cheia, a fase de menor abundância relativa de ovos em crescimento secundário, não havendo diferenças significativas entre as demais fases. Ambos aumentam da primavera ao verão, decrescendo em direção ao outono, ratificando o período seco também como o de maior produção de ovos nesta espécie.

Para *L. vivanus*, foi detectada variação significativa destas duas variáveis em relação a todos os fatores de sazonalidade, a exceção da lua quando em função apenas do NDO, tendo sido a fase minguante significativamente diferente da crescente, que apresentou as menores médias de NDOr. O NDO não apresentou diferenças significativas entre as estações naturais, porém o NDOr sim, dando-se a maior produção relativa de ovos entre a primavera e o verão, a qual decresce sensivelmente em direção ao inverno. Para ambas variáveis, o período seco também foi aquele de maior produção de ovos.

Efeitos maternos

Nesta seção, buscou-se identificar o efeito das variáveis biológicas maternas Ct, Pe, GSI e K sobre a produção absoluta e relativa de ovócitos em crescimento secundário (NDO e NDOr) durante a época de posta das espécies, através de relações lineares simples.

Teve-se que para *L. synagris*, o NDO foi diretamente proporcional e relacionado significativamente ao comprimento, seu melhor fator de predição, seguido do peso, com explicação muito próxima a do comprimento e, por fim o GSI (Figura 52, Tabela 30). A condição não foi significativa. Para a espécie *R. aurorubens*, o GSI foi o melhor preditor do NDO, seguido de K, Pe e Ct (Figura 52), e todas as relações foram significativas (Tabela 30). Para *L. vivanus*, identificou-se a tendência do aumento do NDO em fêmeas de maior GSI, subsequentemente melhor explicada pelo Pe, K e Ct (Figura 52, Tabela 30). A Tabela 31 indica o NDO para uma fêmea média de 30 cm nas diferentes espécies.

Os painéis da Figura 53 demonstram a relação das variáveis biológicas com o NDOr, para a qual peso e comprimento perderam qualquer influência em todas as espécies (Tabela 30). Tem-se que, em *L. synagris*, o GSI passa a cobrar maior importância, mas K segue sem influir. Em *R. aurorubens*, a condição passa a ser o melhor fator preditivo, e mantém-se a significância do GSI. Do mesmo modo em *L. vivanus*, K foi o melhor fator de predição do NDOr, seguido do GSI. Isto indica que, tirando-se o efeito do peso, fêmeas de melhor higidez produzem mais ovos (Tabela 30, Figura 53).

Tabela 30: Resultados da regressão linear entre a fecundidade potencial (NDO) e relativa (NDO_r) em função dos efeitos maternos comprimento (Ct), peso eviscerado (Pe), índice gonadosomático (GSI) e fator de condição (K)

LM	LUSY			RHAU			LUVI		
NDO	Gl	R ²	p	Gl	R ²	p	Gl	R ²	p
Ct	63	0,48	<0,001	68	0,34	<0,001	52	0,47	<0,001
Pe	63	0,47	<0,001	68	0,35	<0,001	52	0,55	<0,001
GSI	63	0,17	<0,001	68	0,86	<0,001	52	0,76	<0,001
K	63	0,01	0,37	68	0,46	<0,001	52	0,30	<0,001
NDO _r	Gl	R ²	p	Gl	R ²	p	Gl	R ²	p
Ct	63	0,003	0,62	68	0,009	0,42	52	0,09	0,051
Pe	63	0,001	0,78	68	0,001	0,77	52	0,08	0,052
GSI	63	0,63	<0,001	68	0,42	<0,001	52	0,49	<0,001
K	63	0,05	0,07	68	0,74	<0,001	52	0,54	<0,001

Legenda: Gl: graus de liberdade, R²: coeficiente de determinação, p: nível de significância.
LUSY: *L. synagris*, RHAU: *R. aurorubens*, LUVI: *L. vivanus*

Tabela 31: Valores mínimos, médios e máximos do número de ovócitos em crescimento secundário (NDO), a equação matemática da relação entre NDO e comprimento total (Ct) e número de ovócitos em um fêmea média (valores em parênteses Ct)

	Equação	Fêmea \bar{x} (30 cm)
LUSY	NDO= 29018*Ct-55467 R ² = 0,48 - p< 0,001	315.892
RHAU	NDO= 29235*Ct-571955 R ² = 0,34 - p< 0,001	305.117
LUVI	NDO= 29018*Ct-571649 R ² = 0,47 - p< 0,001	646.956
LUSY	Bf= 6639*Ct-136148 R ² = 0,24 - p< 0,05	63.022
RHAU	Bf= 4949*Ct-112894 R ² = 38 - p< 0,07	35.576
LUVI	Bf= 264*Ct-35186 R ² = 0,29 p< 0,01	27.264

Legenda: NDO: número de ovócitos em desenvolvimento secundário, Bf: fecundidade relativa ou número de ovos hidratados, R²: coeficiente de determinação LUSY: *L. synagris*, RHAU: *R. aurorubens*, LUVI: *L. vivanus*

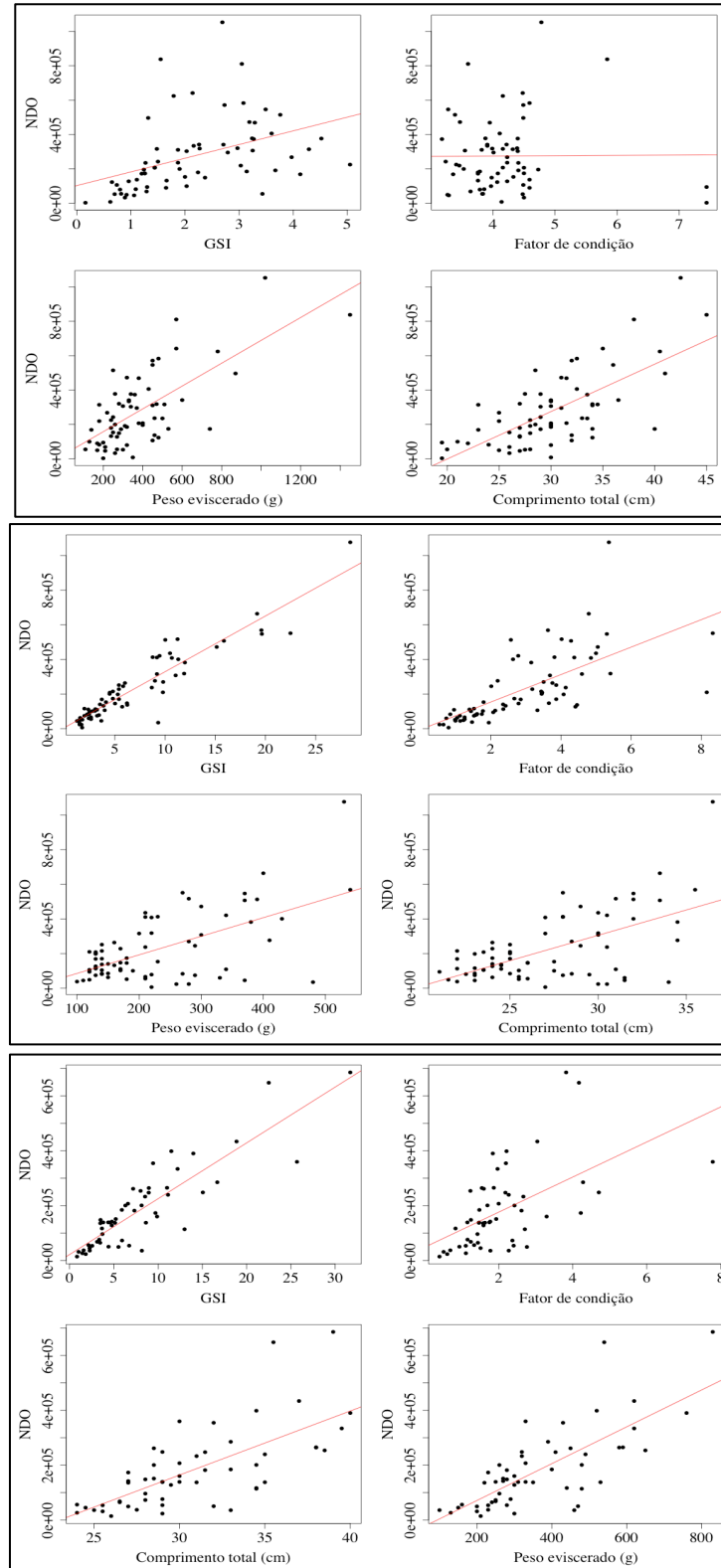


Figura 52: Relação entre o número de ovócitos em crescimento secundário (NDO) frente ao índice gonadosomático (GSI), fator de condição, peso e comprimento *L. synagris* (acima), *R. aurorubens* (centro) e *L. vivanus* (inferior) durante seu ciclo reprodutivo (Litoral Norte da Bahia, junho de 2008 a maio de 2009)

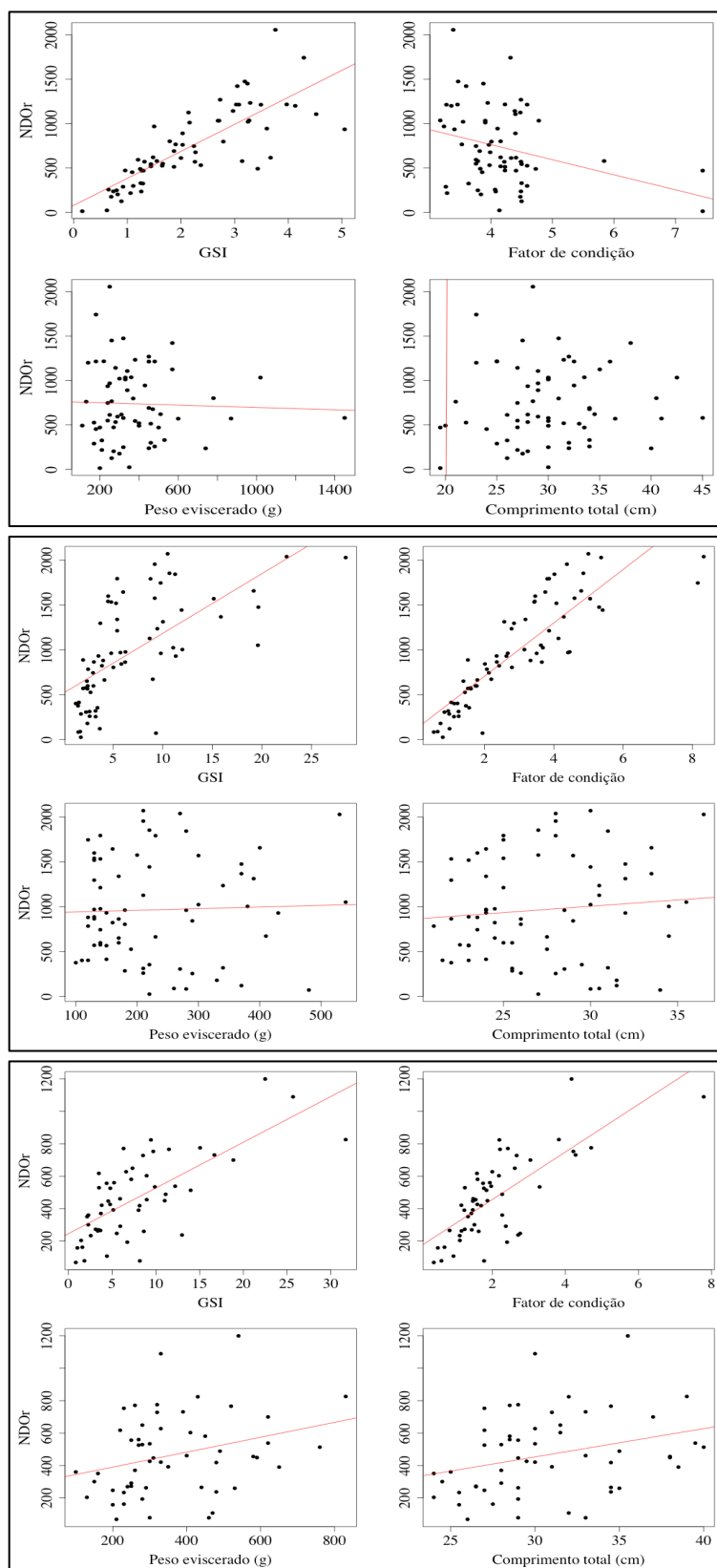


Figura 53: Relação entre o número relativo de ovócitos em crescimento secundário (NDOr) frente ao índice gonadosomático(GSI), fator de condição, comprimento e peso em *L. synagris* (superior), *R. aurorubens* (centro) e *L. vivanus* (inferior) durante seu ciclo reprodutivo (Litoral Norte da Bahia, junho de 2008 a maio de 2009)

Número de ovos hidratados em um lote (*Bf*)

Neste trabalho, os resultados referentes ao número de ovos hidratados de um lote (*Bf*) e seus derivados (fecundidade parcial relativa (*BfRel*), densidade de ovos hidratados (DOH) e produção populacional total de ovos (EP), forneceram um interessante panorama sobre a capacidade de posta, além de uma pequena interpretação da sua sazonalidade e relação com diferentes variáveis biológicas como efeitos maternos.

Os resultados da *Bf* para *L. synagris* referem-se a 17 fêmeas que foram capturadas apenas em 4 dos 9 meses que compuseram a sua época de posta, *R. aurorubens* com 9 fêmeas, distribuídas em 5 dos 7 meses de sua EP. A espécie *L. vivanus* teve 41 fêmeas amostradas em oito dos nove meses de sua EP.

A *Bf* média em *L. synagris* foi de 38.840 ovos hidratados ([22.263 a 74.780]) e a *BfRel* média foi de 130 ovos/g⁻¹ ([76, 249]). Em *R. aurorubens* a *Bf* média teve média de 15.256 ovos hidratados ([1770 a 32.353]) e seu número relativo médio foi de 76 ovos/g⁻¹ ([12, 123]). Em *L. vivanus*, a estimativa da *Bf* média foi de 33.336 ovos hidratados ([6.495, 76.220]) e a média relativa dos ovos hidratados foi de 104 ovos/g⁻¹ ([30, 208]). Os valores médios são apresentados na Tabela 32.

A única espécie que apresentou diferenças sazonais foi *L. vivanus* (Tabela 32). Diferenças significativas foram encontradas entre o mês de agosto e setembro, mês de maior pico de produção de ovos da *Bf* e também da *BfRel*, e para o fator lua, encontrou-se que a produção de ovos foi maior na lua cheia (Tabela 33, Figura 54, Figura 55).

Tabela 32: Valores médios estimados para a densidade de ovos hidratados (DOH), fecundidade parcial (Bf), fecundidade parcial relativa e diâmetro dos ovos hidratados, considerando os meses de ocorrência de fêmeas com signos de posta iminente (ovos hidratados). Incluídos os valores médios do comprimento total (Ct) e do peso eviscerado (Pe) das fêmeas amostradas

Mês	$\bar{x}DOH$	$\bar{x}Bf$	$\bar{x}BfRel$	$\bar{x}DO (\mu m)$	$\bar{x}Ct (cm)$	$\bar{x}Pe (g)$
LUSY						
Setembro	1710	22263,81	89,5	737,54	27,67	246,67
Outubro	2680	28067,42	87,71	702,93	30	320
Novembro	2090	23761,21	76,65	776,09	28	310
Fevereiro	4852,86	74780,63	249,44	531,24	27,85	295,71
Abril	3692	45331,23	150,07	710,57	28,7	288
\bar{x} pop	3005	38840,85	130,67	691,67	28,44	292,07
SD	1275,38	19758,81	72,35	94,14	0,95	28,25
RHAU						
Janeiro	2210	20930,91	123,12	807,00	28,00	170,00
Fevereiro	982	5972,00	44,50	821,00	24,14	143,83
Março	2095	32353,00	123,70	768,00	27,55	242,94
Abril	2780	1770,12	12,70	778,00	24,50	140,00
\bar{x} pop	2017	15256,97	76,80	793,50	26,00	174,20
SD	752	14054,34	56,56	27,47	2,00	47,72
LUVI						
Setembro	3140,83	76220,75	208,62	801,12	32,13	353,33
Outubro	1930,00	24788,62	75,88	805,87	31,67	320,00
Novembro	-	-	-	-	-	-
Dezembro	3016,67	31810,45	166,34	768,52	25,00	180,00
Janeiro	-	-	-	-	-	-
Fevereiro	1725,00	11570,43	53,68	846,51	26,25	205,00
Março	2340,00	54202,41	142,31	887,63	32,00	380,00
Abril	2253,33	51330,30	128,61	873,71	31,33	386,67
Maio	-	-	-	-	-	-
Junho	1040,00	10276,24	34,25	837,71	30,00	300,00
Julho	-	-	-	-	-	-
Agosto	1668,00	6495,72	30,28	800,17	27,40	222,00
\bar{x} pop	2139,22	33336,86	104,96	827,63	29,40	293,35
SD	704,28	25070,13	66,00	43,71	2,84	81,34

Tabela 33: Sumário da análise da variância realizada entre o número de ovos hidratados em um lote (*Bf*) e número relativo de ovos hidratados em um lote (*BfRel*) com relação as distintas variáveis explicativas de interesse (sazonalidade e biológicas)

ANOVA		LUSY			RHAU			LUVI	
Bf	Gl	F	p	Gl	F	p	Gl	F	p
<i>Mês</i>	4	1,29	0,32	3	1,96	0,23	7	3,03	<0,05
<i>Lua</i>	3	0,01	0,65	2	1,25	0,35	2	6,09	<0,01
<i>ECH</i>	3	0,12	0,17	1	0,48	0,50	1	1,38	0,28
<i>EN</i>	1	0,06	0,33	1	0,27	0,61	3	0,81	0,49
BfRel	Gl	F	p	Gl	F	p	Gl	F	p
<i>Mês</i>	4	1,63	0,2	3	1,08	0,43	7	2,58	<0,05
<i>Lua</i>	3	0,64	0,60	2	0,74	0,51	2	3,948	<0,05
<i>ECH</i>	3	2,29	0,15	1	0,66	0,44	1	1,38	0,28
<i>EN</i>	1	2,35	0,11	1	0,45	0,52	3	0,47	0,70

Legenda: *Bf*: fecundidade parcial, *BfRel*: fecundidade parcial relativa, *ECH*: estação segundo o ritmo das chuvas, *EN*: estações naturais; *Gl*: graus de liberdade, *F*: distribuição de Fisher *p*: nível de significância. *LUSY*: *L. synagris*, *RHAU*: *R. aurorubens*, *LUVI*: *L. vivanus*

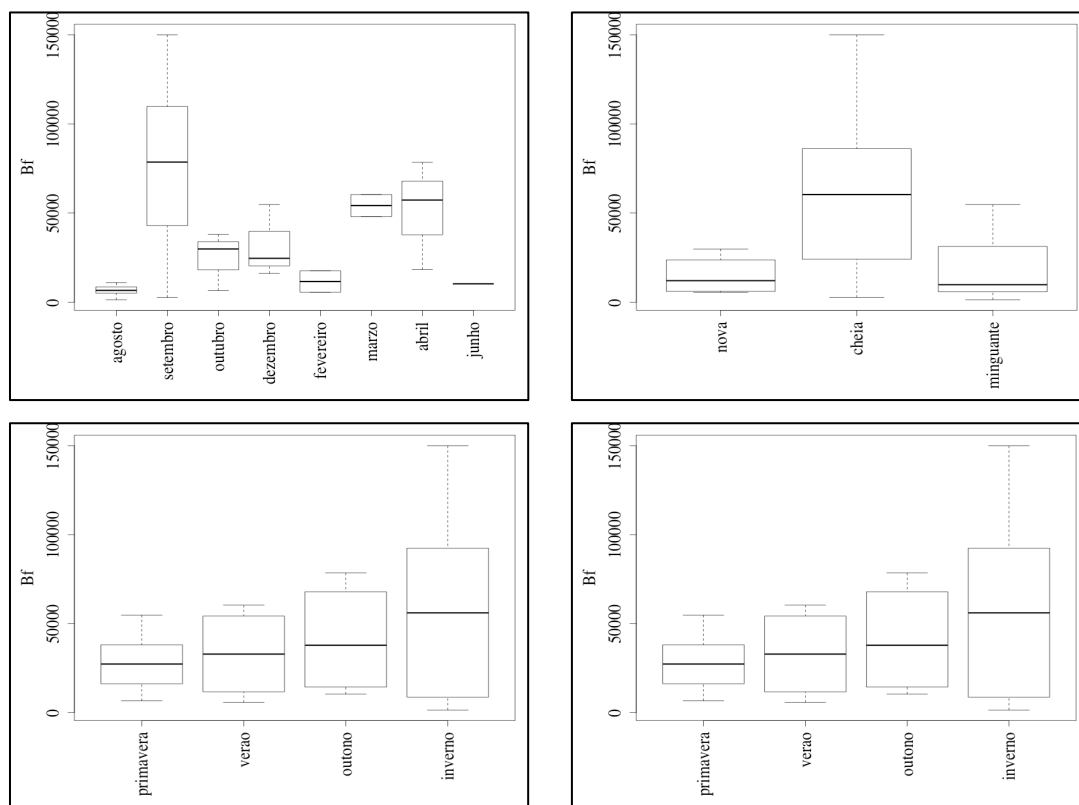


Figura 54: Variação do número de ovos hidratados (Bf) em *L. vivanus* segundo as variáveis sazonais mês, lua (acima), estações segundo o ritmo das chuvas e estações naturais (abaixo)

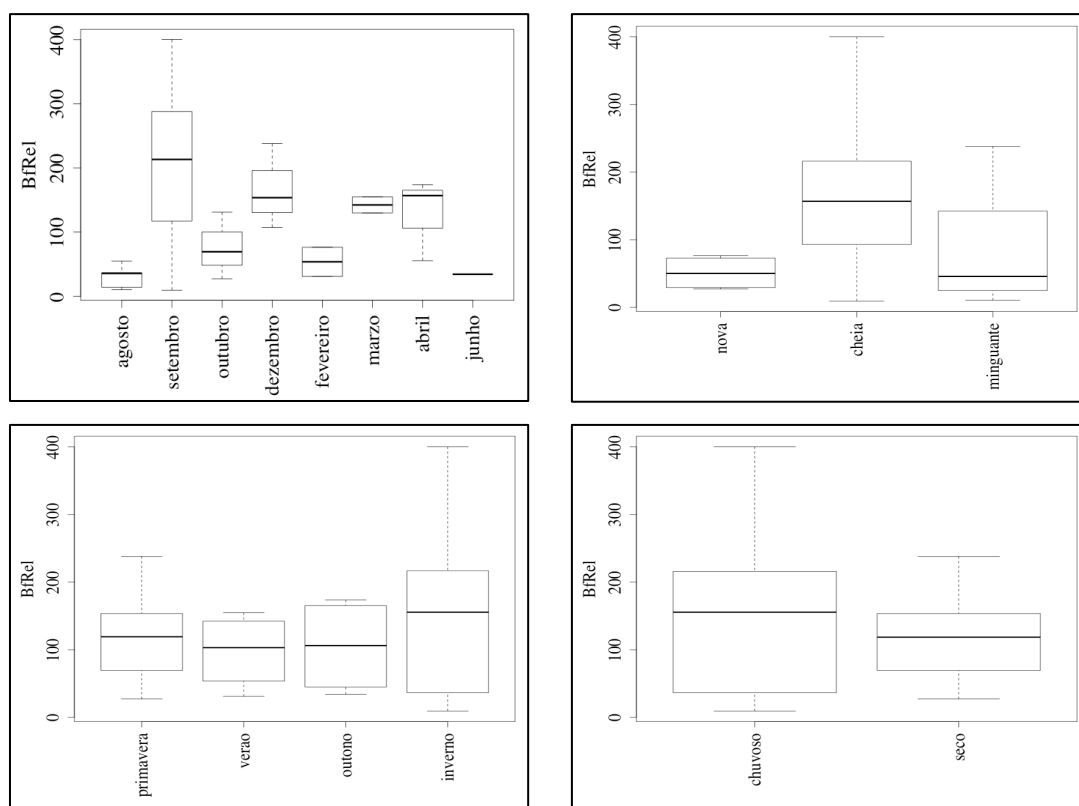


Figura 55: Variação do número de ovos hidratados ($BfRel$) em *L. vivanus* segundo as variáveis sazonais mês, lua (acima), estações segundo o ritmo das chuvas e estações naturais (abaixo)

Efeitos maternos

O resumo dos estatísticos realizados entre a *Bf* e a *BfRel* com relação as variáveis biológicas consideradas como efeitos maternos nesta seção está na Tabela 34 e as representações gráficas das relações mostram-se na Figura 56 e na Figura 57.

Tratando-se da *Bf*, viu-se que seu melhor fator preditivo foi o peso e em todas as espécies, seguido pelo comprimento em *L. synagris* e *L. vivanus* e o GSI em *Rhomboplites*. Em nenhuma das espécies, a *Bf* esteve significativamente relacionada como o diâmetro dos ovócitos (DO) nem com a condição. Por sua vez, a *BfRel* apresentou relação significativa com o DO em *L. synagris*, a qual exibiu relação negativa. Em *R. aurorubens* somente o GSI foi significativo e o Ct em *L. vivanus*. Para a *Bf*, encontram-se na Tabela 31, as funções matemáticas entre a *Bf* e o efeito maternal preditivo comprimento das espécies estudadas.

Tabela 34: Sumário das regressões lineares entre o número de ovos hidratados em um lote (*Bf*), número relativo de ovos hidratados em um lote (*BfRel*) em relação com as variáveis biológicas considerados como de efeitos maternos: comprimento total (*Ct*) Peso eviscerado (*Pe*), índice gonadosomático (*GSI*), fator de condição (*K*) e diâmetro do ovócito hidratado

Lm	LUSY			RHAU			LUVI		
<i>Bf</i>	Gl	R²	p	Gl	R²	p	Gl	R²	p
<i>Ct</i>	15	0,24	<0,05	0,38	0,07		0,29	<0,01	
<i>Pe</i>	15	0,31	<0,05	0,64	<0,01		0,37	<0,001	
<i>GSI</i>	15	0,16	0,10	0,58	<0,05		0,02	0,36	
<i>DO</i>	15	0,13	0,14	0,35	0,08		0,05	0,21	
<i>K</i>	15	0,0	0,91	0,09	0,41		0,00	0,60	
<i>BfRel</i>	Gl	R	p	Gl	F	p	Gl	F	p
<i>Ct</i>	15	0,02	0,51	0,32	0,11		0,14	<0,05	
<i>Pe</i>	15	0,02	0,52	0,32	0,10		0,01	0,12	
<i>GSI</i>	15	0,09	0,22	0,72	<0,01		0,06	0,17	
<i>DO</i>	15	0,42	<0,01	0,38	0,07		0,07	0,13	
<i>K</i>	15	0,00	0,79	0,00	0,85		0,00	0,60	

Legenda: *Lm*: Regressão linear, *LUSY*: *L. synagris*, *RHAU*: *R. aurorubens*, *LUVI*: *L. vivanus* *Bf*: fecundidade parcial, *BfRel*: fecundidade parcial relativa; *Gl*: graus de liberdade, *R²*: coeficiente de determinação, *p*: nível de significância

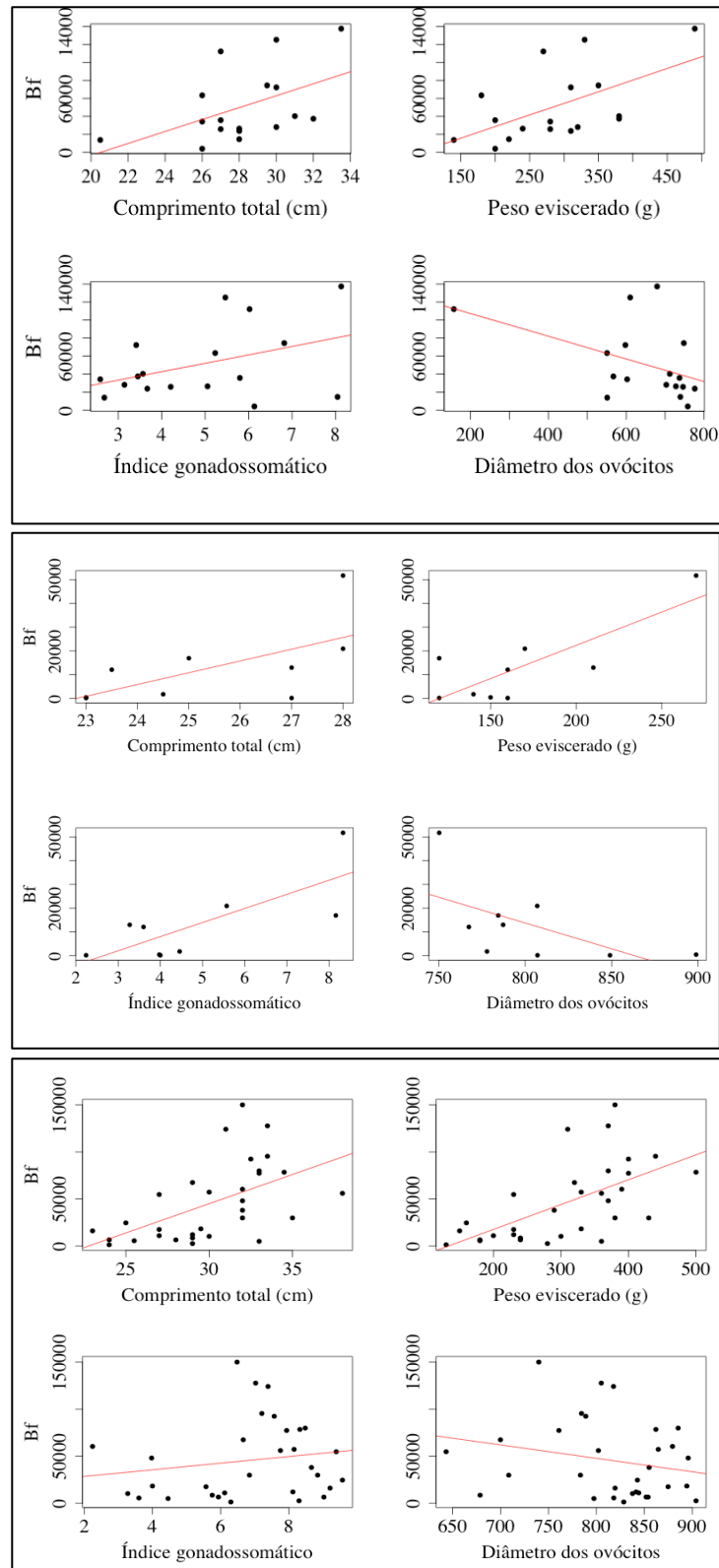


Figura 56: Relação entre o número de ovos hidratados (B_f) frente ao comprimento total, peso eviscerado, índice gonadosomático e diâmetro, peso e comprimento *L. synagris* (acima), *R. aurorubens* (centro) e *L. vivanus* (inferior) durante seu ciclo reprodutivo (Litoral Norte da Bahia, junho de 2008 a maio de 2009)

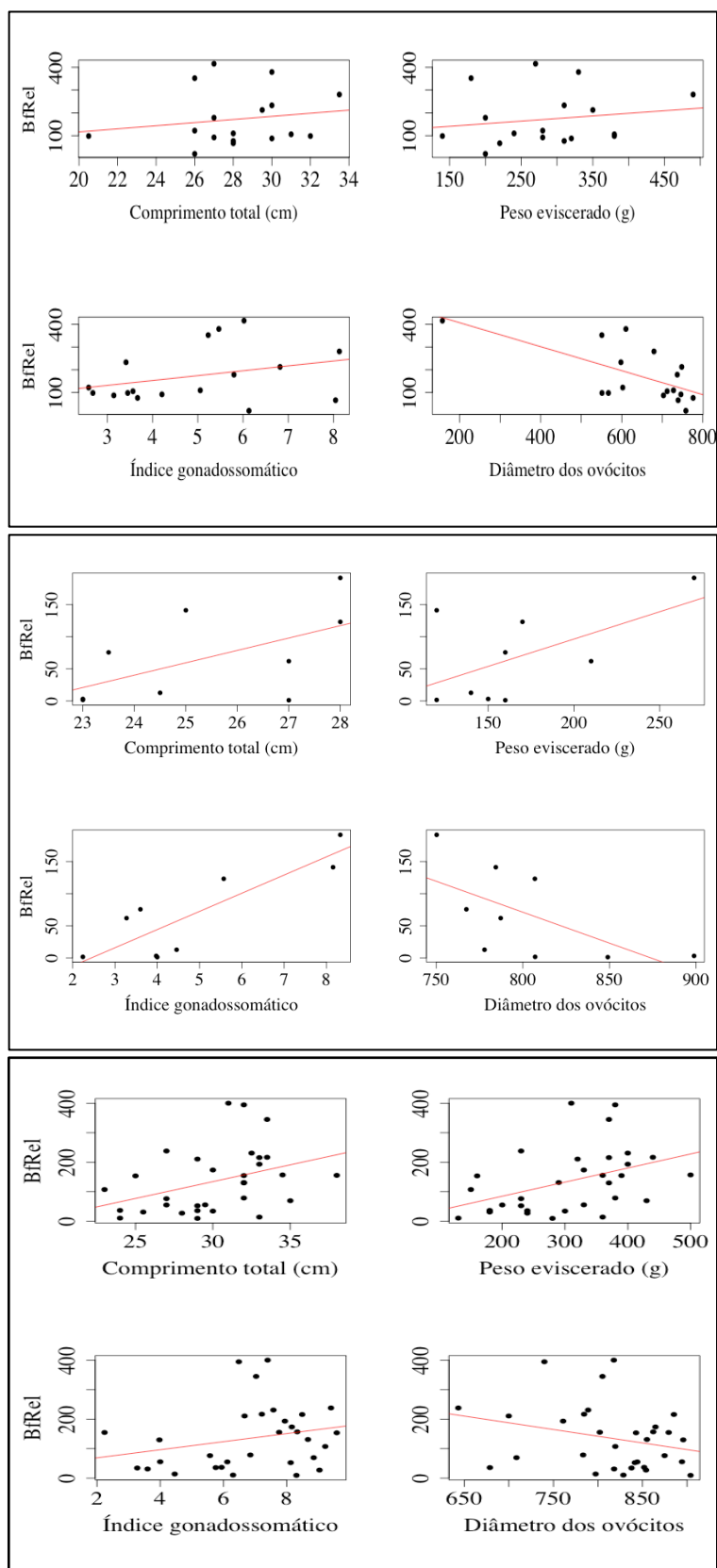


Figura 57: Relação entre o número relativo de ovos hidratados ($BfRel$) frente comprimento, peso, ao índice gonadosomático e diâmetros dos ovócitos em *L. synagris* (acima), *R. aurorubens* (centro) e *L. vivanus* (inferior) durante seu ciclo reprodutivo (Litoral Norte da Bahia, junho de 2008 a maio de 2009)

Diâmetro e Densidade de Ovócitos Hidratados

A espécie *L. synagris* apresentou o menor valor médio do diâmetro dos ovos hidratados nos Lutjanidae estudados. O seu $\bar{x}DO$ foi de 691 μm ([531,776]) e a densidade de ovos hidratados ($\bar{x}DOH$) foi de 3005 ovos ([1710, 4852]). Em *R. aurorubens* o $\bar{x}DO$ foi de 793 μm ([768, 821]) e a $\bar{x}DOH$ de 2017 ([982, 2780]) e, para *L. vivanus* $\bar{x}DO$ dos ovos hidratados foi de 827 μm ([768, 887]), o maior entre as espécies. Sua $\bar{x}DOH$ foi de 2139 ([1040, 3140]) (Tabela 32).

A frequência de distribuição do diâmetro dos ovócitos hidratados nos lutjanídeos estudados está ilustrada na Figura 58. A espécie *L. synagris* apresentam modas claras entre 550 a 600 μm e 720 – 850 μm ; *R. aurorubens* entre 750 a 800 μm e *L. vivanus* entre 750 a 800 μm , 800 a 850 e 850 a 900 μm .

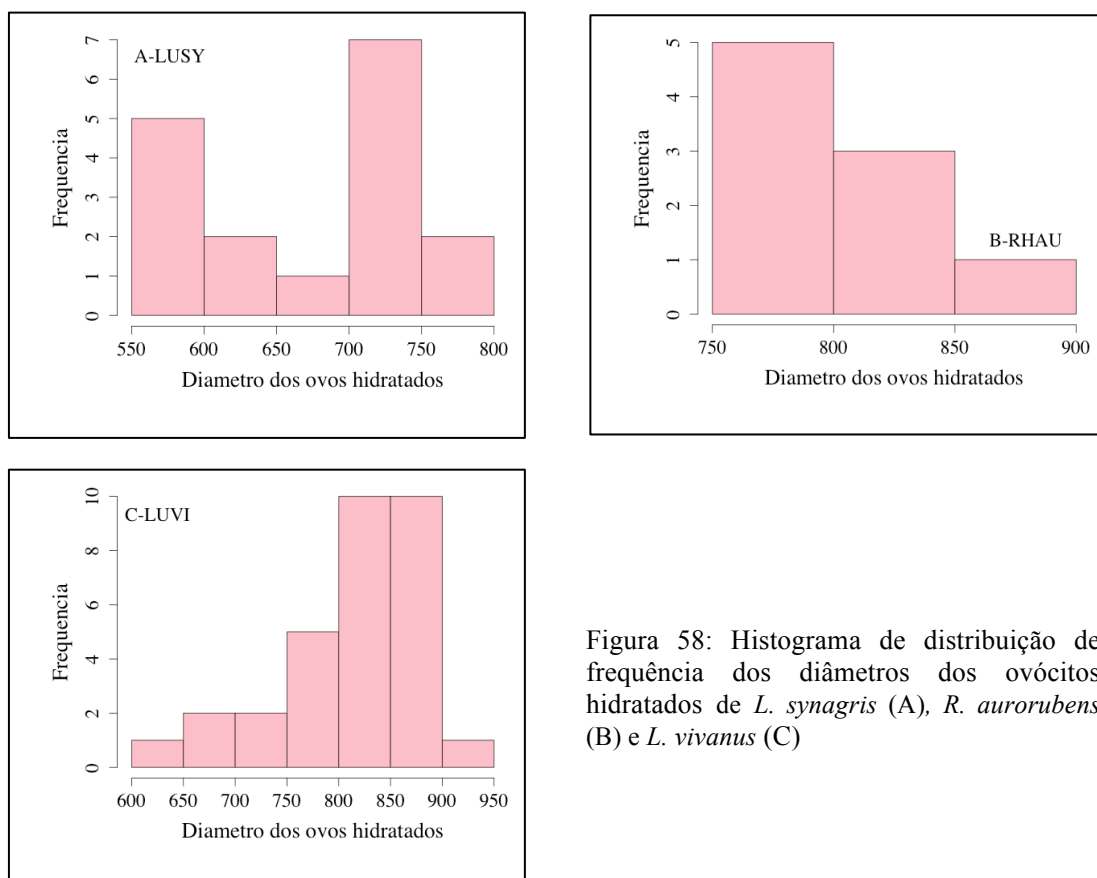


Figura 58: Histograma de distribuição de frequência dos diâmetros dos ovócitos hidratados de *L. synagris* (A), *R. aurorubens* (B) e *L. vivanus* (C)

O diâmetro dos ovos hidratados apresentou diferenças sazonais significativas para *L. synagris* em todas as variáveis consideradas (Tabela 35); enquanto que para *L. vivanus*, diferenças significativas apenas foram observadas com respeito a estação segundo o ritmo das chuvas e não havendo diferenças para *R. aurorubens*. A densidade de ovos hidratados não mostrou diferenças sazonais, somente em *L. synagris* e apenas entre as estações naturais.

Identificou-se que o DO das fêmeas coletadas no mês de fevereiro de *L. synagris* foi significativamente menor que nos demais meses de amostragem (531 μm), que o DO tende a aumentar entre a lua nova em direção a crescente e decrescer em direção à fase minguante, sendo que o valor médios do verão, 602 μm , é claramente inferior ao resto das estações, ratificando que os maiores ovos hidratados são coletados na estação chuvosa do ano (Figura 59).

As relações entre o DO e a DOH e as variáveis biológicas consideradas como de efeito maternal não foram significativas em nenhum caso e para qualquer das espécies estudadas ($p>0.1$).

Tabela 35: Sumário da análise da variância realizada entre o número de ovos hidratados em um lote (*Bf*) e número relativo de ovos hidratados em um lote (*BfRel*) com relação as distintas variáveis explicativas de sazonalidade (DO: diâmetro do ovócito hidratado, DOH: densidade de ovos hidratados)

ANOVA	LUSY			RHAU			LUVI		
DO	Gl	F	p	Gl	F	p	Gl	F	p
<i>Mês</i>	4	7,968	<0,01	3	0,645	0,61	7	1,141	0,37
<i>Lua</i>	3	6,879	<0,01	2	0,954	0,43	2	0,643	0,53
<i>EN</i>	3	10,24	<0,001	1	0,318	0,59	3	9,953	<0,01
<i>ECH</i>	1	8,869	<0,01	1	0,496	0,50	1	0,057	0,81
DOH	Gl	F	p	Gl	F	p	Gl	F	p
<i>Mês</i>	4	2,884	0,06	3	2,104	0,21	7	1,868	0,12
<i>Lua</i>	3	3,371	0,051	2	0,954	0,43	2	2,098	0,14
<i>EN</i>	3	4,11	<0,05	1	2,008	0,19	3	0,721	0,54
<i>ECH</i>	1	2,728	0,11	1	1,8	0,22	1	0,373	0,54

Legenda: *Bf*: fecundidade parcial, *BfRel*: fecundidade parcial relativa, *ECH*: estação segundo o ritmo das chuvas, *EN*: estações naturais; *Gl*: graus de liberdade, *F*: distribuição de Fisher *p*: nível de significância. *LUSY*: *L. synagris*, *RHAU*: *R. aurorubens*, *LUVI*: *L. vivanus*

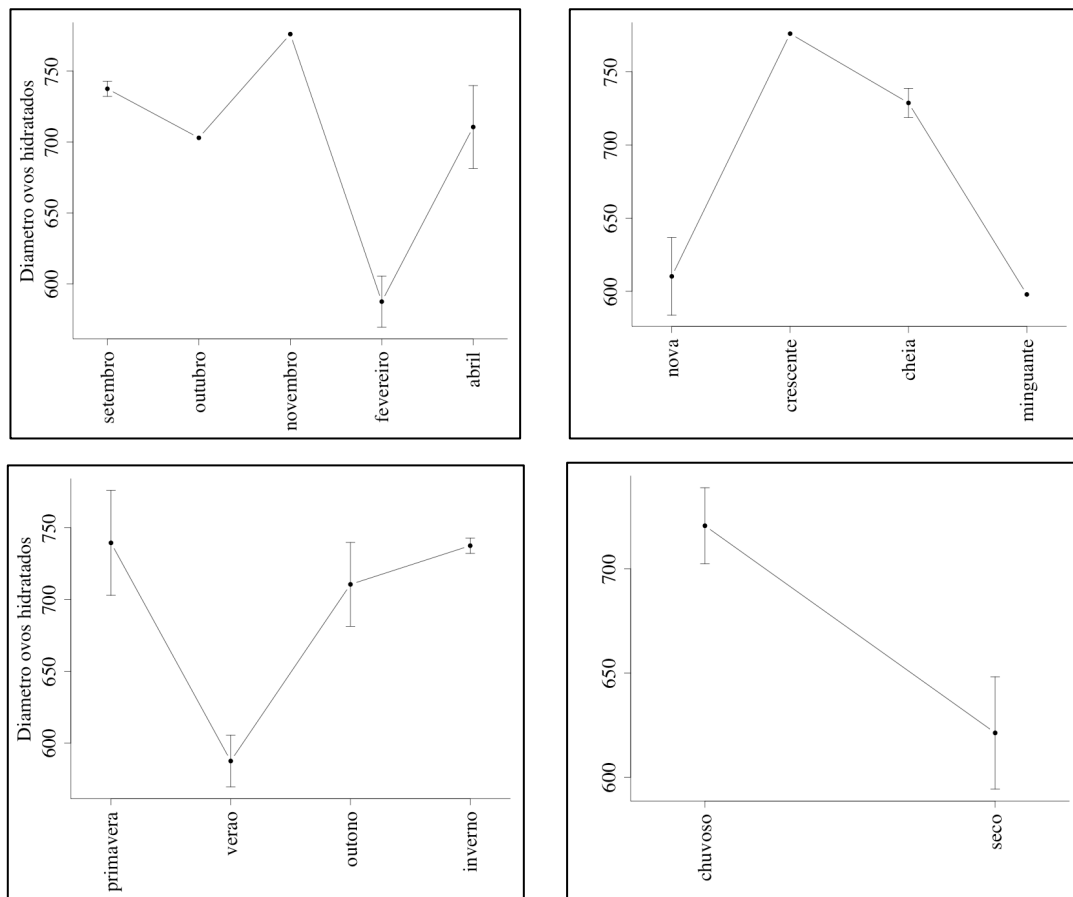


Figura 59: Variação do diâmetro dos ovos hidratados de *L. synagris* de acordo com as variáveis sazonais mês, lua (acima), estações naturais e estação segundo o ritmo das chuvas (abaixo)

Produção Relativa de Ovos

Em adição aos dados da fecundidade parcial, calculou-se a produção de ovos (EP_{hid}), considerando-se a B_f multiplicado pelo número de lotes postos e posteriormente a B_f pela fração de posta, e também pela duração, em dias, da estação de posta, que foi de 273 dias para *L. synagris* e *L. vivanus* e 212 dias para *R. aurorubens*.

O primeiro cálculo, baseado no número de lotes, resultou em uma EP_{hid} de 1.647.007, 15.283.694 e 19.326.065 de ovos, respectivamente *R. aurorubens*, *L. synagris* e *L. vivanus*. O segundo cálculo derivou uma EP_{hid} de 34.575.267, 146.219.670 e 155.265.359 ovos disponíveis à posta pela população, sendo claro, que, neste estudo, *R. aurorubens* foi a espécie de mais baixa fecundidade parcial, estando as demais espécies muito próximas em termos de produção populacional de ovos.

Os valores estimados mensalmente e por classes de comprimento para a EP_{hid} de cada espécie se encontram na Tabela 36 e as estimativas da produção populacional de ovos hidratados por comprimento total na Tabela 37. Os resultados indicam que a fecundidade parcial de *L. vivanus* é duas vezes maior que a de *L. synagris*, por sua vez, cerca de duas vezes maior que a de *R. aurorubens*. O que significa dizer que, se a média de eventos de desova foi de 10 para todas as espécies (ver seção 3.24 Temporalidade Reprodutiva: Escala intrasazonal), fêmeas de maior fecundidade podem chegar a pôr mais de um milhão de ovos em *L. synagris* num único evento de posta, fêmeas de maior fecundidade da espécie *R. aurorubens* poriam cerca de 130.300 ovos e cerca de 15 milhões de ovos em *L. vivanus*.

Como a EP_{hid} é uma derivação da B_f, era de se esperar que esta se comportasse sazonalmente do mesmo modo que a B_f, conseqüentemente *L. vivanus* foi a única espécie que exibiu variações sazonais significativas, neste caso, mensal e de acordo às fases lunares (Tabela 37, Figura 60).

Tabela 36: Estimativas da produção populacional de ovos hidratados mensal (*EPhid*) para *L. synagris* (LUSY), *R. aurorubens* (RHAU) e *L. vivanus* (LUVI)

<i>EPhid</i>				
Mês	LUSY	RHAU	LUVI	Ct
Agosto	-	-	142093	23-26
Setembro	236632	-	1795422	26-29
Outubro	412147	-	206571	29-32
Novembro	446145	-	-	32-35
Dezembro	-	-	286294	35-38
Janeiro	-	831489	-	-
Fevereiro	11274617	15754	87935	-
Março	-	732784	552864	-
Abril	2914150	66978	299877	-
Maio	-	-	-	-
Junho	-	-	99551	-

Tabela 37: Estimativas da produção populacional de ovos hidratados (*EPhid*) por comprimento total (Ct) para *L. synagris* (LUSY), *R. aurorubens* (RHAU) e *L. vivanus* (LUVI)

LUSY		RHAU		LUVI	
Ct	<i>EPhid</i>	Ct	<i>EPhid</i>	Ct	<i>EPhid</i>
28	446145	23	7946	23	48297
27	91391	23,5	296.887	24	17343
28	93404	24,5	15754	25	73749
28	51836	25	415541	25,5	21232
30	412147	27	85703	27	93008
33,5	2960195	28	365761	28	18114
30	2695517	-	-	29	49649
26	1365271	-	-	29,5	35574
27	2416573	-	-	30	55772
26	735927	-	-	31	243567
32	804629	-	-	32	202300
20,5	296502	-	-	32,5	181355
26	51828	-	-	33	110142
27	459280	-	-	33,5	218924
30	928782	-	-	34,5	152757
29,5	956879	-	-	35	82868
31	517378	-	-	38	109907

Tabela 38: Sumário da análise da variância realizada entre a produção populacional de ovos hidratados (*EPhid*) em função das variáveis sazonais mês, lua, estações naturais (EN) e estação segundo o ritmo das chuvas (ECH)

ANOVA	LUSY			RHAU			LUVI		
<i>EPhid</i>	Gl	F	p	Gl	F	p	Gl	F	p
Mês	4	2,63	0,08	3	2,50	0,17	7	4,17	0,01
Lua	3	0,24	0,86	2	2,90	0,13	2	5,03	0,05
EN	3	2,76	0,11	1	0,30	0,60	3	0,81	0,49
ECH	1	2,23	0,13	1	0,25	0,63	1	0,81	0,49

Legenda: Gl: graus de liberdade, F: distribuição de Fisher p: nível de significância LUSY: *L. synagris*, RHAU: *R. aurorubens*, LUVI: *L. vivanus*

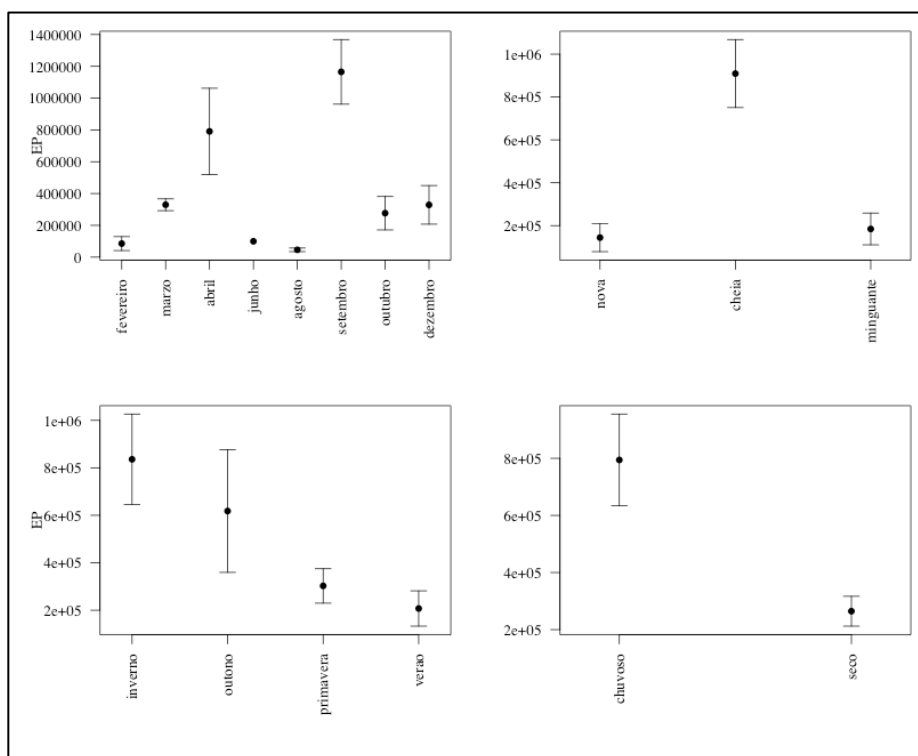


Figura 60: Variação do número relativo de ovos hidratados (*EP*) em *L. vivanus* segundo as variáveis sazonais mês e lua (acima), estações segundo o ritmo das chuvas e estações naturais (abaixo)

Capítulo 4: Discussão

4.1 Taxonomia

Uma característica geral das comunidades ecológicas é que algumas espécies são comuns e outras, tipicamente a maioria, são raras (Magurran *et al.*, 2011). Um ano amostral nos forneceu cinco novos registros para a lista de espécies da ictiofauna recifal do LN/BA. Apesar destas cinco espécies já terem sido citadas como de ocorrência para a costa do Brasil, este é o primeiro registro formal para os recifes baianos, reforçando a observação de (Morlon *et al.*, 2009) sobre a importância dos desembarques em pesquisa de biodiversidade.

O esforço amostral desenvolvido para o estudo da ecologia reprodutiva de Lutjanidae, também representou o acompanhamento da atividade pesqueira realizada por uma embarcação local ao longo de um ano no Litoral Norte da Bahia (LN/BA).

As espécies costeiras bentopelágicas *H. amblyrhynchus*, *C. ensiferus* (Exocoetidae) e *G. Luteus* (Centropomidae), não são alvo da pescaria recifal na Bahia. No entanto, espécies da família Centropomidae são importantes às pescarias estuarinas e de zonas de arrebentação. A família Exocoetidae compreende espécies forrageiras importantes da cadeia alimentar de grandes piscívoros como os grandes migradores das famílias Scombridae, Isthiodoridae e Coryphaenidae (Monteiro *et al.*, 1998), a qual já foi reconhecida por ser uma família suficientemente abundante e como recurso pesqueiro regional (Longhurst & Pauly, 2007).

No LN/BA, os peixes voadores são eventualmente utilizadas como isca viva na captura das espécies alvo, indicando o valor local deste clado. A bentônica e venenosa *R. saponaceus* (Serranidae) é altamente explorada no sudeste brasileiro e recentemente foi considerada sob pressão moderada nesta região (Floeter *et al.*, 2006), mas no nordeste, nada se sabe sobre sua exploração econômica.

Estes achados fortalecem o valor das campanhas de pesca como fonte de informação taxonômica e levam a corroborar que em pescarias multiespecíficas, investigações com fins de reprodução podem se tornar em uma boa oportunidade para ampliar o conhecimento da diversidade local das espécies de peixes recifais: estas espécies já estavam ali, mas taxonomicamente não, logo, também reforça a importância do

conhecimento da diversidade local para separar o que são espécies raras daquelas desconhecidas pela ciência.

4.2 Proporção Sexual

Definir a proporção sexual é o primeiro passo em qualquer estudo de reprodução (Vazzoler, 1996). Os vertebrados possuem diferentes mecanismos de determinação do sexo e a mescla entre fatores genéticos e ambientais na determinação do sexo são extremos de um mesmo contínuo (Kraak & Pen, 2002).

A proporção sexual pode variar consideravelmente entre espécies ou pode ser diferente entre populações ou dentro de uma mesma população através dos anos (Gómez *et al.*, 1996). No entanto, a razão entre machos e fêmeas observada na maioria dos casos em espécies gonocóricas está próxima a 0,5 e representa um estado estacionário de estabilidade (Argasinski, 2012), usualmente vantajosa para sistemas que geralmente são mais estáveis (Kraak & Pen, 2002).

O estado estacionário foi identificado em *L. vivanus*, o que talvez possa ser explicado por esta ser uma espécie de águas profundas, associada à borda do talude ($\geq 150\text{m}$, dados pessoais e FISH BASE, 2011). Levando-se em conta a mancha recifal explorada, estas características poderiam configurar-se como um subset recifal mais estável em comparação com águas mais rasas ([8 – 150 m,]) e a ampla zona de distribuição que configuram a área de captura de *L. synagris* e *R. aurorubens*.

Para *L. synagris*, Luckhurts *et al.* (2000), encontraram em águas caribenhas uma proporção sexual de 1:1 com predominância de machos em grandes comprimentos ($>33\text{cm}$), estimada com base em uma subamostra que excluía indivíduos entre 18 a 24 cm. Em Trinidad, Manickchand-Dass (1987) a proporção sexual de 1:1 com armadilhas “pot-caught” e predomínio de fêmeas com pesca de arrasto.

No LN/BA machos prevaleceram no total da amostra (1:0,5), valores similares encontrados por Silva-Júnior (2009) em Recife (NE Brasil), na Jamaica (Aiken, 2001), mas diferente da população amostrada no Banco de Abrolhos, (NE Brasil), onde a proporção sexual foi de 1:1 (Freitas, 2009). Entretanto, em todos estes trabalhos, fêmeas predominam em tamanhos superiores aos 30 cm.

A proporção sexual de *R. aurorubens* desviada a fêmeas (0,45:1) no LN/BA foi também reportadas para outras áreas do Atlântico Sul (1:1,6 a 2,6:1; (Cuellar *et al.*,

1996; Zhao & McGovern, 1997), (Allman, 2007). Outros estudos citaram proporções equitativas ou machos dominando suavemente a proporção sexual (1:1 a 1:1.2; (Hood & Johnson, 1999; Nelson, 1988)), mas sem registros de incremento na proporção de fêmeas a partir do tamanho médio (45 cm, (Zhao & McGovern, 1997).

Em *L. vivanus* a proporção 1:1 encontrada no LN/BA foi também reportada na Venezuela e Porto Rico (Gómez, 1994; Rosario, 2006). Em estudos anteriores, a proporção foi relatada como de 0,76:0,65 (Ilhas Virgínia, Sylvester et al. 1980) e em Porto Rico de 0.8:1, sem contudo mencionarem desvio a machos ou fêmeas a partir de um tamanho médio, como os achados neste trabalho.

Os primeiros estudos com proporção sexual em peixes foram desenvolvidos por Rollefson (1953), com o bacalhau (*Gadus morua*, Linnaeus, 1758), quem encontrou que a estimação da proporção sexual era decorrente da arte de pesca empregada, portanto os cardumes de peixes não exibiriam viés na proporção se empregada a arte adequada.

Posteriormente, passou-se a descrever diferenças na proporção sexual em função da profundidade e condição reprodutiva (Morgan & Trippel, 1996), da estação reprodutiva e classes de tamanho (Motta *et al.*, 2005) e distribuição latitudinal (Allman, 2007) para o que se tem, ao dia de hoje, distintas razões que dirigem a proporção sexual em peixes do que a seletividade da arte.

Deste modo, a diversidade de modelos de proporção sexual podem descrever importantes aspectos da estrutura populacional, como ocorrência de competição local para o acasalamento e o estado da condição reprodutiva entre machos e fêmeas (Seeger *et al.*, 2002) e esta estrutura seria a parte fundamental para as medidas de gestão e manejo de um recurso pesqueiro.

Em lutjanídeos, há um padrão de dependência da proporção sexual com relação ao tamanho, onde fêmeas são mais abundantes e predominantes em grandes comprimentos (García-Cagide, 1983; Grimes, 1987a; García-Cagide *et al.*, 2001). As populações amostradas no LN/BA chegaram ao modelo estacionário de alocação dos sexos ao redor dos 30 cm. Acima destes valores, a proporção sexual de *L. synagris* exibe a estrutura populacional de tamanhos que se encaixa no padrão geral de Lutjanidae, mas em *R. aurorubens* e *L. vivanus*, os grandes tamanhos populacionais foram dominados por machos.

Esta diferença na abundância entre sexos poderia ser explicada como o resultado das diferentes taxas de crescimento e mortalidade (Grimes, 1987a). Segundo Martin & Festa-Bianchet (2011), o sexo de maior taxa de crescimento atravessaria a menor e mais vulnerável fase de tamanho rapidamente, diminuindo assim a probabilidade de predação, sendo o sexo de crescimento lento mais propenso à predação, com consequente diminuição de sua abundância.

De acordo com (Johnson *et al.*, 2010), machos de *R. aurorubens*, exibem altas taxas de crescimento em relação as fêmeas, resultados similares ao deste trabalho, oferecendo pistas aos resultados da proporção sexual nesta espécie que inicialmente se justificaria pela diferença das taxas de crescimento. Em *L. synagris*, fêmeas crescem mais rapidamente que machos (Aiken, 2001) e neste trabalho encontrou-se que ambos sexos possuem o mesmo padrão de crescimento e em *L. vivanus*, as taxas de crescimento foram equivalentes em ambos sexos, sendo esta classe de explicação, de momento, não aplicável a estas espécies.

A proporção sexual de indivíduos maduros pode também refletir diferentes histórias de vida interagindo com desvios associados com o aumento da exploração pesqueira (Papageorgiou, 1979; Erzini, 1994). Como na assembléia estudada a proporção sexual é tamanho-dependente e o tamanho entre machos e fêmeas difere, o comprimento médio das capturas poderia deslocar-se em direção a apenas um sexo, resultando em capturas diferenciadas de um determinado sexo e modificando a proporção sexual do estoque (Hilborn & Walters, 1992a).

Este fato que levanta uma preocupação pelo estado global da assembléia, dado que o tamanho médio das fêmeas capturadas ($\bar{x}Ct_{\text{f}} = 30, 27 \text{ cm}$ e 30 cm , respectivamente *L. synagris*, *R. aurorubens* e *L. vivanus*) está muito próximo daquele em que a população chega a mesma proporção sexual por sexos ($SR_{50}:30, 32$ e 27 cm), com implicações semelhantes a descrita acima.

Outra classe de explicação seria a proposta por Eltink (1987) para tunídeos, quem hipotetizou que o desvio na proporção sexual poderia dar-se ou pelo efeito de um processo migratório por idade-tamanho ou pela migração antecipada de fêmeas com respeito aos machos.

A migração fêmea:macho pôde ser teorizada para estes lutjanídeos, posto que o início da estação foi predominado por fêmeas, desviou-se a machos, estabilizando-se

nos meses subsequentes, retornando à fêmeas na época de maior fração de posta (*L. synagris* e *R. aurorubens*), prevalecendo machos no período correspondente ao repouso reprodutivo (todas as espécies).

A maioria dos estudos de biologia reprodutiva se volcam em fêmeas devido ao fator limitante que é a produção de ovos e o aporte direto da fêmea para a qualidade e sobrevivência dos recrutas (Saborido-Rey *et al.*, 2011), mas outros atentam para a importância do papel dos machos ao sucesso reprodutivo (Trippel, 2003; Nash *et al.*, 2008), uma vez que a proporção sexual de machos também poderia ver-se alterada por mortalidade por pesca (Rijnsdorp *et al.*, 2010).

Com frequência, outro fator que se relaciona com a proporção sexual em Lutjanidae é a distribuição espacial dos sexos (Starck, 1970), sua temporal (Zhao & McGovern, 1997) e o período dentro da estação reprodutiva (Allman, 2007), padrão consistente com os achados para o LN/BA: a relação da proporção sexual foi nítida dentro da macha, contida numa clara segregação espacial, esta sob uma sazonalidade lunar e finalmente, contida dentro da estação reprodutiva.

Em termos de distribuição espacial entre machos e fêmeas, as diferenças na proporção sexual geraram um modelo espaço-estação reprodutiva-dependente para o gênero *Lutjanus*, o que significa dizer que houve segregação espacial entre sexos segundo a época dentro da estação reprodutiva. Especificamente para *R. aurorubens* a distribuição de machos e fêmeas foi aleatória nas duas épocas. Este padrão derivado da proporção sexual, seguramente é o primeiro signo de uma típica estratégia reprodutiva de peixes recifais: a agregação para a posta.

Dela dependem muitos peixes recifais para a dispersão pelágica das larvas (Heyman & Kjerfve, 2008), incluindo a família Lutjanidae, que possui boa documentação para diferentes espécies ao longo de sua distribuição circuntropical como na Grande Barreira da Austrália (Heyman *et al.*, 2005; Heyman & Kjerfve, 2008), Florida (Burton, 2002) e Micronésia (Rhodes *et al.*, 2008).

Segundo Domeier & Colin (1997), a agregação para a posta é definida como “um grupo de peixes coespecíficos reunidos com o propósito de desovar, de alta e expressiva densidade de indivíduos com respeito àquela encontrada na área durante o período de não posta e podem ser de dois tipos: desovantes residentes, que difundem seu potencial

reprodutivo pondo frequentemente dentro de sua normal área domiciliar e que transitórios concentram seu potencial reprodutivo anual no espaço e no tempo migrando relativamente a longas distâncias para desovar em locais específicos somente em períodos restritos.

Esta tática de reprodução, conhecida como arribação pelos pescadores, poderia explicar a proporção sexual espaço-temporal encontrada, a qual se corresponderia ao padrão natural de distribuição populacional e comportamental de machos e fêmeas, uma vez que o movimento da frota é regido, acima das condições ambientais, por este movimento de agregação.

Usualmente os pescadores pescam onde estão estas agregações (Parrish, 1999), havendo estudos que descrevem o fenômeno de arribada a partir do conhecimento etnoecológico dos pescadores locais, para o qual Domeier (2012) classificou como um tipo indireto de dado, usado no reconhecimento desta estratégia. No Nordeste brasileiro Teixeira *et al.* (2004) identificaram este fenômeno baseando-se em dados indiretos para *Mycteroperca bonaci* (Poey, 1860) (Serranidae) e Silvano *et al.* (2006) para *L. synagris*.

Através de dados diretos e indiretos, a agregação para a posta de *L. synagris* foi primeiramente descrita por Claro (1982) e García-Cagide (1983), que a apresentaram como “um espetáculo” que ocorre no verão, muitos dias antes da quinta lua cheia do ano, geralmente no mês de maio, e que dura aproximadamente de 8 a 10 dias.

Ainda segundo estes autores, durante a posta, a cada dia os indivíduos realizam migrações desde as zonas rasas até a quebra do talude, pondo durante o crepúsculo, trás o que retornam às águas rasas onde permanecem até a próxima tarde, repetindo o mesmo comportamento até novo evento de posta.

No litoral norte baiano, não registraram-se diferenças espaciais-estação-reprodutivas para *R. aurorubens*, um padrão consistente com os de (Hood & Johnson, 1999) e (Allman, 2007). Similar proporção sexual espacial-reprodutiva sugere que *R. aurorubens* não migraria da sua área local para pôr, um dos signos de agregações para a posta do tipo residente (Domeier & Colin, 1997). Há indícios de que não realize movimentações extensivas fora ou dentro da área residencial (Allman, 2007) e o agrupamento óbvio de fêmeas em pós posta reforça a agregação residente para *R. aurorubens*, indicando que não há saída da área de desova, ainda que esta sofra uma pequena diminuição.

Aparentemente pouco se sabe acerca do comportamento de posta de *L. vivanus*, mas há indícios de que agregue. Craig (1966) descreveu uma agregação incomum em Belize durante o mês de agosto, Ojeda-Serrano *et al.* (2007) em Porto Rico, e Boardman & Weiler (1980) sugerem que *L. vivanus* move-se em agregações de indivíduos de tamanhos similares.

As escalas espaciais de movimento associadas com a migração de espécies que agregam para a posta foram descritas por Nemeth (2012), demonstrando a área de migração funcional e as quatro fases espaço-temporais do ciclo, que incluem área de captura, área de migração funcional, área de preparação, arena de corte, esta última contendo o local de agregação para a posta (Figura 61).

A distância linear ou o comprimento de cada radial pode variar consideravelmente entre os indivíduos dentro de uma espécie (Nemeth *et al.*, 2007) e se fossem traçadas linhas entre os pontos finais das mais longas distâncias daqueles peixes fora do núcleo de desova até este, os resultados desenhariam um polígono que descreveria a área de captura de uma zona de agregação após a desova. Os peixes retornam aos locais de origem ao longo de caminhos que se irradiam para uma população de uma única espécie (Nemeth, 2012).

A julgar pelos mapas de distribuição de comprimento de machos e fêmeas de *Lutjanus*, esta última observação pode ser considerada também para o LN/BA, acercando informações para melhor se conhecer a dinâmica de migração e agregação para a posta da assembléia estudada de Lutjanidae.

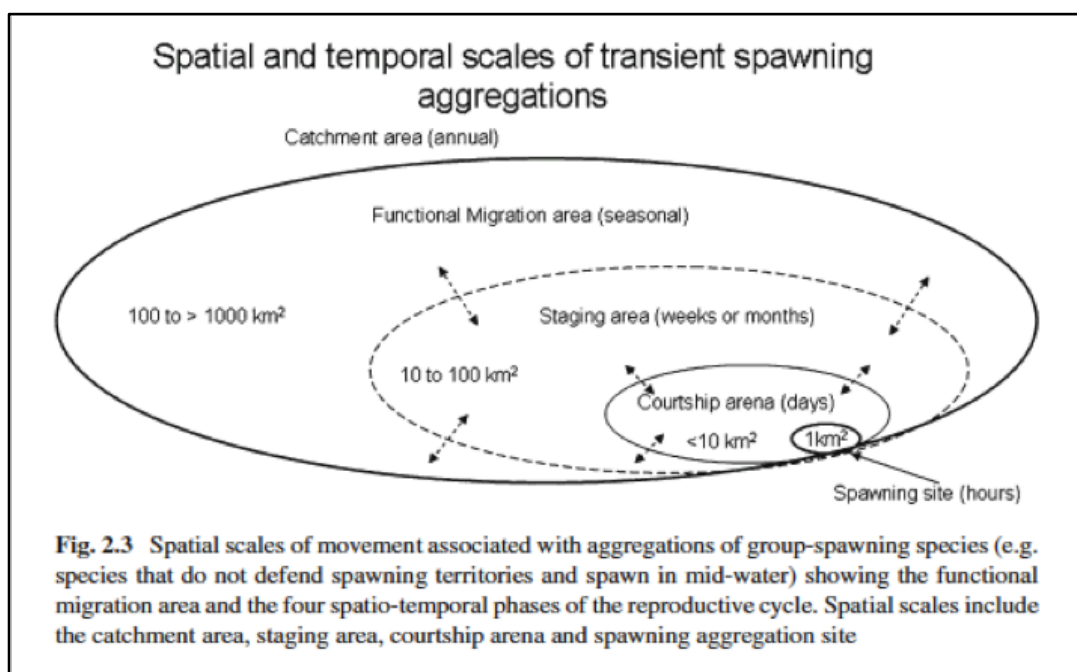


Figura 61: Escalas espaciais de movimento associadas com a migração de espécies que agregam para a posta (Fonte: (Nemeth, 2012))

Sob uma forte relação com as fases lunares, o predomínio de fêmeas nas fases mais claras foi evidente em *L. synagris*, *R. aurorubens*, mas não afetou a *L. vivanus*, provavelmente pela perda de luz pela alta profundidade em que são capturados. A sazonalidade lunar regendo as migrações para a posta em Lutjanidae já foi registrada para diferentes espécies. Sucede entre as luas nova e cheia, ocorrendo também na minguante, e repete-se ao longo da estação reprodutiva, que pode durar cerca de 10 meses (Nanami & Yamada, 2009; De Mitcheson & Colin, 2012b; Heyman *et al.*, 2005).

Em termos de gestão pesqueira, a flutuabilidade na proporção sexual em função da lua ou das estações segundo o ritmo das chuvas pode ser considerada como um caractere positivo para fins de estabelecimento de temporadas de proteção do estoque reprodutor a pequena escala (fase da lua ou meses-pico dentro das estações), como visto em outras espécies do gênero *Lutjanus* para os quais o manejo está fundamentado nas agregações e na sazonalidade lunar (Luckhurst, 2002).

Agregações transitórias usualmente dispersam indivíduos solitários que se mantêm dentro da área de migração funcional⁵ durante o período não reprodutivo (Nemeth,

⁵ Originalmente o artigo traz o termo home range, um termo traduzido como *área domiciliar*, que em português é mais aplicável a ambientes terrestres e para animais endotérmicos. Neste caso, a melhor tradução seria área de migração funcional (FMA, do inglês *functional migration area*) termo alcinado por Nemeth, R. S. 2009. Dynamics of reef fish and decapod crustacean spawning aggregations:

2012). Destarte, aqui pode-se pensar que esta zona de migração funcional ocorre no gênero *Lutjanus*, reforçando seu tipo de estratégia de agregação, justo pela ocorrência de uma zona nuclear na qual prevalecem os indivíduos de pequenos tamanhos, GSI e condição durante o período de inatividade reprodutiva.

Em todos os casos, estudos de proporção sexual e do padrão espacial dos indivíduos por fases de desenvolvimento gonadal associados à periodicidade reprodutiva e distribuição espacial devem ser considerados como um dos subcomponentes nos estudos de dinâmica pesqueira para fins de gestão da pesca da família Lutjanidae.

4.3 Peso, Comprimento e Fator de Condição

Segundo Hilborn & Walters (1992a), o estabelecimento das relações peso-comprimento e do parâmetro “*b*” não são atividades para científicos. Considerando que o atual objetivo do manejo de pescarias é basear-se num enfoque ecossistêmico (Pikitch *et al.*, 2004) e que em pesca artesanal, um dos maiores problemas é a falta de dados, sendo um dos mais fáceis e baratos de se obter o das relações biométricas (Écoutin & Albaret, 2003), entende-se que esta afirmação contrasta com esta seção e que, deveria ser mormente desconsiderada.

A pesca artesanal no Brasil e, por consequência, a dos lutjanídeos, é pouco sistematizada em suas informações, sendo a descrição de aspectos gerais e aparentemente tão básicos como este, o início da descrição de um estoque que pode oferecer pistas sobre o seu estado.

Dados de WRL podem prover importantes informações entre a morfometria de diferentes espécies e populações (Gonçalves *et al.*, 1997) e comparação regionais da história de vida (Weatherley *et al.*, 1987). Os resultados deste estudo, são comparáveis, posto que seguiu as premissas globais propostas por Froese (2006), quem incentiva a aplicabilidade deste tipo de informação na gestão de recursos pesqueiros.

A relação peso-comprimento da assembléia pesquisada foi alométrica negativa. Isto significa dizer que indivíduos pequenos têm, globalmente, diferente condição que os indivíduos grandes (Froese, 2006) e que estas populações investem em crescer antes que desenvolver-se, o que não se ajusta para esta família de acordo ao proposto por Grimes

underlying mechanisms, habitat linkages, and trophic interactions. In: *Ecological Connectivity among Tropical Coastal Ecosystems*, pp. 73-134. Springer.

(1987a). Como diferentes padrões de crescimento e modelos de história de vida em peixes recifais são esperados conforme a geografia, latitude e dentro do próprio habitat (Choat *et al.*, 2002), a alometria negativa pode ser tão-somente consequência dos parâmetros ambientais, bem como pode representar indício de distúrbios por pesca, desenhando novas estratégias para alcançar mais rapidamente a maturidade sexual.

O uso de índices biológicos assume que estes representam aspectos da biologia do peixe diretamente relacionados com a qualidade do habitat onde foram capturados (Amara *et al.*, 2007). O fator de condição é um deles e se fundamenta no princípio de que indivíduos de um dado comprimento e de maior peso possuem melhor fitness. A variação anual de K tem sido usada como dado adicional no estudo da reprodução e ciclos sazonais de alimentação (Alonso-Fernández & Saborido-Rey, 2011; Sutton *et al.*, 2000), incluindo temas avançados como competição de esperma e sucesso na fertilização (Rakitin *et al.*, 1999).

Choat (2012) indica que espécies residentes, teriam sua posta diária subsidada pela alimentação contínua, sendo que a natureza imprevisível de alimento para carnívoros de agregações transitórias sugere a estratégia de acúmulo de energias antes do período prioritário à reprodução. Segundo este autor, fracionar a posta em pequenos e largos episódios requer a habilidade de armazenar a energia necessária para nutrir o desenvolvimento de grandes números de ovos hidratados.

O padrão descoberto de agrupamento espacial em função da condição de K associado a estratégia de agregação para a posta, ajudaria a indicar a origem dos custos energéticos do processo reprodutivo populacional. O custo energético poderia ser o resultado de um armazenamento prévio à posta, e, durante esta, haveria captação externa continuada de energia, dado que neste período K varia, o que, de acordo a Santamaría-Miranda *et al.* (2003) é o resultado do requerimento corporal para a atividade reprodutiva

Arellano-Martínez *et al.* (2001) encontrou a existência relação inversa entre a atividade reprodutiva e a condição fisiológica na espécie *L. guttatus* e Trejo-Martínez *et al.* (2011) sugeriram para *O. chrysurus*, outro lutjanídeo, acúmulo progressivo das reservas de gordura do fígado depois dos picos de posta quando a porcentagem de indivíduos em regeneração foi notável e que esta reserva seria usada durante o processo de maturação gonadal antes do começo da próxima estação reprodutiva.

Nos lutjanídeos da assembléia estudada no litoral baiano, o armazenamento da energia captada poderia também ser em tecidos graxos mesentéricos associados às gônadas, já que identificou-se em todas as fases maduras, mas não trabalhou-se, esta estrutura, a qual acompanhava em comprimento e espessura o tamanho e largura da gônada, tanto em machos como em fêmeas, a exceção dos estágios com presença de ovos hidratados e pós posta.

Este tipo de depósito graxo também foi descrito para *L. fluviiflamma* na Tanzânia, como fonte presumível de reservas para processamento de produtos do sexo, que persistia em peixes imaturos e maduros ao longo do ano, entretanto ausente nas fases em atividade posta e de pós posta (Kamukuru & Mgaya, 2004), um padrão similar também visto para *Plectropomus leopardos*, um Serranidae, na Grande Barreira da Austrália (Ferreira, 1995).

Portanto, estes achados levam a possibilidade da estratégia inicial do tipo reserva de energia, onde os indivíduos guardariam reservas durante o curto e piscoso período chuvoso e de descanso reprodutivo para iniciar a nova estação, ao que passariam posteriormente à estratégia de aquisição contínua.

Por outro lado, ainda que muito tentadoras, estas hipóteses necessitariam ser testadas com estudos de bioenergética apropriados (estratégias de captação, armazenamento e alocação de nutrientes) e ecologia trófica, associados ao ciclo reprodutivo da espécie; uma das áreas atualmente negligenciadas pela ecologia de peixes recifais (Choat, 2012),

Do mesmo modo, o desenho do comportamento gregário segundo um “gradiente de condição” em lutjanídeos no decorrer da estação reprodutiva, demonstra que indivíduos de menor condição estão sempre numa zona de agrupamento. Esse gradiente de condição necessita ser melhor avaliado e associado aos estudos de alocação de energia, com consequente aumento do feedback nos processos de manejo e, especificamente para *R. aurorubens*, arrojar luz a sua real estratégia de posta: se transitória ou residente, já que importantes diferenças funcionais têm valores práticos em termos de manejo (Domeier, 2012).

4.4 Temporalidade Reprodutiva

A maioria das espécies de peixes mostra uma periodicidade em seu processo reprodutivo, sincronizando o desenvolvimento gonadal para que a fecundação, a sobrevivência dos ovos e crescimento das larvas ocorra em condições ambientais favoráveis (Vazzoler, 1996), buscando a maximização da supervivência da prole até a idade adulta (Murua & Saborido-Rey, 2003).

Muitas populações estão composta por um misto de indivíduos que se reproduzem em momentos diferentes dentro de uma mesma estação e localidade (Hendry & Day, 2005), sendo regida por uma variabilidade de fatores ambientais (Rijnsdorp, 1993). Uma classe de explicação assume que a temporalidade reprodutiva resulta do fenótipo versátil individual e outra que esta é fortemente herdada (Hendry & Day, 2005).

Lowerre-Barbieri *et al.* (2009b) definem a reprodução como um complexo processo que ocorre sobre diferentes escalas temporais, espaciais e demográficas e considera relevante trata-la sob esta perspectiva, posto que estas escalas afetam o sucesso reprodutivo e a produção de ovos de uma espécie.

Como regra geral, espécies de agregação transitória para a posta possuem uma ampla estação reprodutiva, dando-se o contrário para as residentes que exibem estações mais curtas (Heyman & Kjerfve, 2008). Ante este cenário, a questão que surge é como proteger os recursos pesqueiros de forma eficiente ao mesmo tempo em que se permite uma pescaria artesanal sustentável.

Quando pouco se conhece sobre a ecologia reprodutiva de uma espécie, como são os estoques de lutjanídeos na Bahia, a resposta está em entender e avaliar os parâmetros reprodutivos sob a menor escala temporal possível e bem delimitadas que permitam o estabelecimento de estratégias de gestão mais precisas.

Escala Ciclo de Vida

A proporção de peixes maduros é usualmente definida como ogivas de maturação (L_{50}), uma variável crucial nas estimativas da biomassa reprodutora (Vitale *et al.*, 2006), a qual requer a determinação precisa das fases de maturação (Núñez & Duponchelle, 2009).

De acordo com Grimes (1987b), os peixes vermelhos alcançam sua maturidade sexual entre 35 a 50% do comprimento total máximo da população utilizando como

critério a L_{50} . Entretanto, a acurácia das estimativas depende do período da amostragem, assim como do método usado para definir a maturação (Hunter & Macewicz, 1985a). O período de amostragem é crítico, se devido a aspectos ambientais existe uma distribuição espaço-temporal diferente em função da fase de maturação.

As espécies *L. synagris* e *R. aurorubens* estiveram dentro dos limites propostos por este autor, porém *L. vivanus* abaixo (30%). Em *L. vivanus*, a L_{50} estimada é cerca de duas vezes menor que a observada em outros estudos (Thompson & Munro, 1983; Rosário *et al.*, 2006; Fernández, 1991), indicando que fêmeas muito jovens nesta pescaria estão sendo recrutadas à maturação, um indício de sobreexploração do recurso para o LN/BA.

A maior parte dos estudos sobre reprodução de Lutjanidae se baseia em dados macroscópicos e neste estudo ratificou-se que este método não foi preciso no estabelecimento da L_{50} , justo pela pouca acurácia na separação de imaturos dos maduros em pós-posta, o que implicou sub e sobrestimas da estação reprodutiva e da porcentagem de fêmeas que comporiam o estoque reprodutor.

A compilação lançada na Tabela 39 facilita a visão das diferenças de estima entre os dois métodos. Para *L. synagris* a L_{50} foi coincidente no uso de dados histológicos no nordeste brasileiro (Silva-Júnior, 2009) e muito distante dos obtidos com dados macroscópicos por Luckhursts *et al.* (2000) e Manickchand-Dass (1987) por exemplo.

Para *R. aurorubens* o L_{50} no litoral norte baiano (18 cm) foi similar aos encontrados no Golfo do México e Flórida (L_{50} = 20 cm; L_{50} = 16 cm, Hood (1999) e Zhao & McGovern (1997) com base a dados microscópicos. Sendo para *L. vivanus* um L_{50} de 17 cm muito distante dos 41 e 26,7 cm obtidos respectivamente por Fernández (1994) e Rosário *et al.* (2001) com dados macroscópicos.

Em pescarias manejadas com base em comprimentos mínimos legais, ou seja, em L_{50} , as estratégias de gestão se debruçam na produção, no equilíbrio da biomassa, no potencial reprodutivo e no seu valor econômico (Lowe *et al.*, 1991), logo, a falta de padronização na metodologia utilizada e o uso recorrente de dados macroscópicos para o cálculo do L_{50} afeta, não apenas a comparação dos resultados, mas o manejo, pois, sobre e subestimações podem levar a uma gestão incongruente do recurso, apresentando

ou um falso número de indivíduos no estoque reprodutor ou facilitando a retirada de indivíduos que ainda não passaram a fazer parte dele.

Sem dúvida, o chamativo deste sucesso é que um recurso chave nas pescarias recifais ainda não possui padrões mínimos na coleta e tipos de dados requeridos como subsídio para descrever o estado de populações do Atlântico Sul e propor estratégias, uma vez que todos os trabalhos que compuseram o quadro de referências bibliográficas nesta tese sobre reprodução de Lutjanidae sinalam que as espécies exploradas estão em algum nível de sobreexploração ou vulnerabilidade.

Escala Anual

A escala anual descreve o ciclo reprodutivo de uma população, ou seja, desde sua fase imatura até quando param de pôr (pós-posta ou repouso). Nesta escala se leva implícito o padrão temporal de desenvolvimento da gônada e os processos fisiológicos na produção e recrutamento dos ovócitos, onde a precisa determinação das fases de desenvolvimento gonadal, unicamente acessada pelo método microscópico, tem papel decisivo.

Reflete o período no qual os indivíduos estão aptos à posta (SC), a proporção de indivíduos ativos (AS) até o cese da estação reprodutiva. Como encontrou-se que no LN/BA, esta jaze sob um regime de escalas sazonais, (anual, estações segundo o ritmo das chuvas e lunar), o desenho das estratégias de proteção deste recurso pode ser melhor ajustado à realidade.

Tabela 39: Resultados do comprimento de maturação populacional nos vermelhos por localização geográfica e métodos de identificação das fases de desenvolvimento gonadal

LUSY			
Região	L₅₀	Tipo de dado	Referência
LN/BA, Brasil	18,2	Microscópico	Este estudo
LN/BA, Brasil	11,6	Macroscópico	Este estudo
Recife, Pernambuco	19	Microscópico	Silva-Júnior (2009)
Jamaica	23	Microscópico*	Aiken (2001)
Abrolhos, Bahia	23	Macro corrigidos por micros	Freitas (2009)
Ceará, Brasil	23,4	Macroscópico	(Sousa-Júnior <i>et al.</i> , 2008)
Bermudas	24,5	Macroscópico	(Luckhurts <i>et al.</i> , 2000))
Trinidade, Índia	31	Macroscópico	Manickchand-Dass (1987)
RHAU			
LN/BA, Brasil	18	Microscópico	Este estudo
LN/BA, Brasil	-42	Macroscópico	Este estudo
Carolina, EUA	15	Microscópicos	(Grimes & Huntsman, 1980)
Golfo do México	<20	Microscópico	(Collins <i>et al.</i> , 2005)
Caribe, Porto Rico	20	Macroscópico	(Boardman & Weiler, 1980)
LUVI			
LN/BA, Brasil	16,6	Microscópico	Este estudo
LN/BA, Brasil	24	Macroscópico	Este estudo
Caribe, Porto Rico	41	Microscópico	(Fernández, 1991)
Caribe, Porto Rico	39	Microscópico	(Rosário <i>et al.</i> , 2006)
Los Hermanos, Venezuela	54	Macroscópico	(Gómez <i>et al.</i> , 1996)
Caribe, Porto Rico	50	Macroscópico	(Boardman & Weiler, 1980)

Índice Gonadosomático e Recrutamento Ovocitário

Ainda que o padrão reprodutivo em peixes tropicais seja caracterizado pela diversidade, algumas tendências são destacáveis, como a alta variabilidade do número de postas e um ciclo anual que pode durar de uma e duas semanas até a maior parte do ano (Sadovy, 1996), sendo este último padrão o comum em peixes de águas quentes com respeito aqueles de águas temperadas (Pavlov *et al.*, 2009).

Em peixes teleósteos, o tamanho do ovário reflete parcialmente as diferenças no padrão temporal de desenvolvimento do ovo, a estratégia de fecundidade e a dinâmica

de desova (Nunes *et al.*, 2011) e reprodutores assincrônicos podem canalizar uma maior quantidade para o crescimento gonadal ao longo de toda a estação reprodutiva, fazendo do GSI um bom indicador da periodicidade reprodutiva nas espécies de estratégia de recrutamento dos ovócitos em peixes tropicais (Querol *et al.*; Costa & Souza, 2005; Brewer *et al.*, 2008; Lee *et al.*, 2002; Grandcourt *et al.*, 2006).

Desovantes por lotes demonstram uma periodicidade no crescimento regular da gônada, ovulando muitas vezes durante cada estação (Hsiao *et al.*, 1994), com frequência em sintonia com as mudanças transitórias das fases da lua, da maré ou regime de chuvas (Johannes, 1978; Taylor *et al.*, 1998). No grupo examinado, o ciclo anual, conteve ciclos lunares de desova, os quais, por sua vez, contidos em ciclos estacionais segundo o ritmo das chuvas, repetindo um padrão de muitas espécies tropicais (Robertson *et al.*, 1990; Takemura *et al.*, 2004; Robertson, 1992).

Como o GSI exibiu independência do peso e acompanhou a distribuição de frequência das fases de maturação gonadal, concluiu-se que este índice foi útil na identificação da estação reprodutiva de *L. synagris* e *R. aurorubens*. A espécie *L. vivanus* exibiu um modelo atípico de desenvolvimento ovocitário que em um princípio levou a crer que a desova ocorre ao longo de todo o ano e não coincidente com o comportamento sazonal do GSI.

Este modelo foi concernente com outros estudos (Gómez *et al.*, 1996; Rosário *et al.*, 2006) e, portanto, o padrão anual do GSI para esta espécie apenas poderia descrever picos de fêmeas em avançado estado reprodutivo e os período de pós posta. Contudo, a validação executada através da distribuição anual da frequência do diâmetro dos ovócitos em vitelogênese, do NDO e NDO_r definiu de modo assertivo o período reprodutivo de *L. vivanus* e esta ideia foi ratificada.

Por haver sido a sazonalidade dos critérios de validação com a variação do GSI entre si e confluyente com as demais espécies em estudo, constatou-se que este índice também foi aplicável para *L. vivanus*. Entretanto, o acompanhamento de pelo menos mais um ciclo reprodutivo deveria ser levados a cabo para ratificar ou refutar esta afirmativa e validar estes critérios como substitutos da fase do desenvolvimento gonadal para a espécie em questão.

Através do GSI, o ápice de fêmeas em avançado estado reprodutivo foi identificado durante o verão, padrão indicado por Grimes (1987a) como típico do grupo e ratificado

em pesquisas posteriores (Trejo-Martínez *et al.*; Heyman *et al.*, 2005). Nesta assembleia, a posta se incrementa na época seca (primavera e verão), com pelo menos um pico para cada espécie.

Nítido está que a sazonalidade de posta segundo o ritmo das chuvas visa garantir que a maior quantidade de ovos seja posta previamente sob as melhores condições ambientais ao assentamento das larvas no período chuvoso, já que este período coincide com o aumento da produção primária oceânica e da plataforma continental registrada na região Nordeste (Montes, 2003), apoiando as evidências de que este seja um dos fatores bióticos de influência no recrutamento de ovos e larvas para estas espécies.

O GSI ainda informou acerca do mapa de distribuição do investimento reprodutivo populacional na zona de agregação. No litoral baiano, machos exibem um gradiente mais gregário e as fêmeas mais difuso, muito evidente em *L. vivanus* e mais equitativa ao longo da mancha recifal para as outras espécies. Como todas as espécies de Lutjanidae observadas em desova, o fazem em subgrupos destacados da agregação principal (De Mitcheson & Colin, 2012b), isto poderia explicar o “gradiente gonadosomático” identificado.

Este achado pode facilitar na construção das ferramentas de manejo para o grupo, por saber-se onde estão machos e fêmeas, de que tamanho e fase reprodutiva, se deduziria em que zona a pesca teria seus efeitos mais depletivos a dinâmica desta população, se o conceito de áreas marinhas protegidas fosse uma solução de gestão adotada. Por mais este motivo, ratifica-se a necessidade do estudo das variações sazonais e espaciais da reprodução em Lutjanidae.

Encontrou-se que a estação reprodutiva de *L. synagris* pode durar entre sete a nove meses de acordo a área geográfica, a exemplo de Cuba, (Claro, 1982), Bermudas (Luckhursts *et al.*, 2000), Jamaica (Aiken, 2001) e Venezuela (Gómez *et al.*, 2001). Para o Brasil, a época reprodutiva determinada neste trabalho foi consoante com os achados de Silva-Júnior (2009) e Freitas (2009), com duração de 9 meses (agosto a abril) e época de posta de mesmo período, pese a algumas diferenças de interpretação histológica.

Informações sobre a época de reprodução de *R. aurorubens* são escassas, mas sua estação foi correspondente com os encontrados para o Golfo do México (Grimes &

Huntsman, 1980), Flórida (Cuellar *et al.*, 1996; Nelson, 1988) e Porto Rico. De menor duração (sete meses, outubro a abril) com período de desova bem demarcado (novembro a abril), comprovando que também é uma desovante de período seco.

Reconhecidamente no litoral brasileiro, as espécies de ocorrência do talude superior são *Etelis oculatus*, *L. bucanella* e *L. vivanus* (Olavo *et al.*, 2011; Olavo, 2007). Mesmo com seu alto valor comercial, pouco se conhece acerca da biologia reprodutiva de lutjanídeos de águas profundas, (Rosário *et al.*, 2006) e para *L. vivanus* o que se sabe é verdadeiramente pobre.

Esta pesquisa definiu a estação reprodutiva de *L. vivanus* concorrente com a de *L. synagris*, pese a que fêmeas ativas foram identificadas ao longo de todo o ano. Pelas evidências aportadas no processo de validação do GSI como índice de atividade reprodutiva, julga-se procedente considerar que a época reprodutiva de *L. vivanus* não se sobrepõe ao seu próprio ciclo anual como definido anteriormente por Gómez *et al.* (1996) e Boardman & Weiler (1980) da Venezuela, Fernández (1991) para Porto Rico e Rosário *et al.* (2006) na Flórida .

Já considera-se oportuno ponderar que para o gênero *Lutjanus*, esta zona é mesmo destinada à reunião para o evento anual de posta e local de residência de *Rhomboplites* e, portanto, a permanência de mais fêmeas em capacidade de pôr mas de baixo GSI na zona nuclear de agregação pós posta em *Lutjanus*, poderia representar uma mudança de estratégia demográfica e temporal da influência maternal, no sentido de aproveitamento máximo da desova e aumento da fecundidade anual como resposta à pressão por pesca, atuando, como proposto por Rochet (1998), como catalizador na taxa de crescimento da população.

Por este motivo, reforçar a necessidade de se normalizar o grupo de dados mínimos para gestão dos estoques de Lutjanidae do Atlântico Sul é a conclusão número um deste trabalho, observando que a complexidade das relações do recrutamento de estoques devem ser explicitamente consideradas (Venturelli *et al.*, 2009) em conformidade com análise dos efeitos da pesca sobre a distribuição geográfica das espécies (Marteinsdottir & Thorarinsson, 1998).

A estratégia de desenvolvimento ovocitário ou recrutamento dos ovócitos destes Lutjanidae foi determinada como assincrônica, em função da concomitância sem

formação de coortes de ovócitos em todos os estágios numa mesma gônada em diferentes fases de maturação de fêmeas maduras.

Gônadas contendo ovos hidratados ou POF recentes concomitantes com ovócitos vitelogênicos confirmaram que estas espécies são desovantes parciais ou por lotes, como previamente indicado por Claro *et al.* (2001).

A estratégia de recrutamento de fêmeas à época de posta é apresentada por primeira vez para esta assembléias e foi formulada sob dois modelos: Um populacional assincrônico e outro sincrônico, ambos se estendendo pela longa estação reprodutiva já descrita. O modelo assincrônico foi definido por dois aspectos do início da estação reprodutiva: a presença simultânea de fêmeas em *desenvolvimento inicial* e em *pós posta*, porém concomitante com outras fases de maturação, a qual esteve perfeitamente delineada em *L. synagris* e *R. aurorubens*, contudo de difícil explicação para *L. vivanus*.

O modelo sincrônico é validado se a população em capacidade de posta põe através da mesma estação, com a porcentagem de fêmeas desta população constante e sendo a média de comprimento constante ou crescente (Lowerre-Barbieri *et al.*, 2009a).

Inicialmente análises sobre a temporalidade do tamanho médio das fêmeas em capacidade de pôr dentro da estação reprodutiva das espécies foram efetuadas para identificar os efeitos maternos, no entanto, estes dados revelaram-se mais elucidativos comprovando as premissas que configuram o modelo sincrônico para este grupo.

Face a que fêmeas *capazes de pôr* são recrutadas à população ativa durante toda a estação de posta, constituem mais de 50% da população reprodutora e pertencem a mesma classe de comprimento com tendência crescente, pode-se afirmar que para as três espécies, os dados descrevem uma população reprodutora sincrônica.

Os resultados desta investigação lançam luz à utilidade e necessidade de múltiplas aproximações quando se estuda a ecologia reprodutiva de espécies recifais. Signos de atividade de posta e determinadas proporções de fêmeas em um dado período de tempo são usados como dados diretos na determinação da estratégia de agregação (Domeier, 2012) e, em si, levam a um caráter implícito de sincronia obrigatória em algum nível.

Esta zona pesqueira do LN/BA é tida pelos pescadores como de alta produtividade de peixes (observação pessoal) e agora já se sabe onde e em que tempo efetivamente estas

espécies estão no seu máximo e mínimo reprodutivo, com o estabelecimento das épocas de atividade e repouso reprodutivo.

Esta descrição é altamente funcional para os modelos de gestão que possam ser implementados, posto que, dentro de uma estratégia sincrônica para o evento de posta, e não apenas da estação reprodutiva, pode ser descrito um conjunto de critérios capazes de refinar a definição de em que tempo e espaço se salvaguardará a agregação, que, de acordo com Colin (2012), é uma estratégia que objetiva a maximização da fecundação e dispersão de ovos.

Escala Intrasazonal

O ciclo reprodutivo da maioria das espécies ocorre dentro de um ano, como sucede com os *Lutjanidae*. A escala intrasazonal está associada com a dinâmica da data de nascimento e intervalos de desova, sendo que ambos podem afetar o sucesso reprodutivo em espécies desovantes por lotes (Lowerre-Barbieri *et al.*, 2011b).

Esta escala delinea a temporada correspondente a desova, fornecendo a frequência de posta, ou seja, a atividade de liberação de ovos dentro do ciclo anual, principal evento que a caracteriza. Individualmente define o número de eventos dentro de um período de posta e populacionalmente dentro da estação de posta (Lowerre-Barbieri *et al.*, 2011b).

Quantificar a frequência de posta é essencial em espécies de fecundidade indeterminada (Hunter & Macewicz, 1985a; Murua *et al.*, 2003), seja para enquadrar a fecundidade em diferentes conceitos e tempo (Hunter *et al.*, 1992); ou quantificar a produção total de ovos de um estoque (Marshall & Saborido Rey, 2003); possibilitando informações sobre os efeitos maternos e sua sazonalidade sobre a produção de ovos (idade, tamanho e condição das fêmeas) (Kjesbu *et al.*, 1996; Domínguez-Petit, 2007); entender os fatores ambientais que modulam a produção (Lambert, 2008) e em um grau mais complexo, entender sobre as respostas do recrutamento dos ovos à redução em comprimento de um estoque (Marshall *et al.*, 2006).

A estimação da frequência de posta é calculada pelo método dos ovos hidratados ou pelo método POF (Hunter & Macewicz, 1985a). Na falta de amostras com ovos hidratados de ampla distribuição temporal, optamos por uma combinação de ambos métodos e incluir todos os signos de posta e posta iminente (NM + HID+POF, (ver Lowerre-Barbieri *et al.* (2011a); Ganas (2012b))), metodologia altamente recomendada

para desovantes parciais (Hunter & Macewicz, 1980; Scott *et al.*, 1993; McBride *et al.*, 2002; Macewicz & Hunter, 1993; Dickerson *et al.*, 1992b).

O uso de um estágio para determinar a proporção de fêmeas em posta somente é possível se a duração deste estágio no ovário é conhecida (Saborido-Rey & Junqueira, 1998), o que foi conseguido admitindo-se que a datação dos POFs das espécies alvo era igual a outras espécies de ambientes tropicais e assumindo-se que o processo de coalescência, hidratação e ovulação se dá ao longo de 24 h.

A subjetividade que poderia estar implícita nesta hipótese foi minimizada levando-se em conta os seguintes aspectos: 1) A não concomitância de POF antigos com suas formas recentes numa mesma gônada, 2) A boa documentação sobre o curto tempo de reabsorção dos POF em águas quentes (Hunter & Goldberg, 1980; Hunter & Macewicz, 1985a; Yoda & Yoneda, 2009; Ganas *et al.*, 2007; Macchi & Acha, 1999), 3) A descrição morfológica acurada disponível na literatura, a comparação com espécies desovantes parcelados de ambientes tropicais (Simmons, 2008; Taylor *et al.*, 1998) e 4) Os achados para outros Lutjanidae, *R. aurorubens* (Cuellar, 1996) e *L. campechanus* (Jackson *et al.*, 2006).

Também, a diferença entre POFs recentes e antigos foi bem evidente no conjunto das espécies e o uso conjunto de diferentes signos de posta recente foi mais apropriado para *L. synagris* e *R. aurorubens*, por causa do baixo número de fêmeas com ovos hidratados, o que sugere baixa sensibilidade à arte de pesca.

A fração média de fêmeas desovantes durante a estação reprodutiva semelhante entre as espécies da assembléia, as quais realizam um evento de posta a cada três dias, com um intervalo de um a dois dias. É evidente que individualmente fêmeas não desovam em intervalos regulares ao longo deste período (Dickerson *et al.*, 1992b), mas nos permite elucubrar sobre a temporalidade individual da posta: se uma fêmea põe 10 vezes neste intervalo, o tempo médio individual de desova seria de aproximadamente dois meses e durante os picos de posta, seria de 12 dias *L. synagris* e *R. aurorubens* e de 20 dias em *L. vivanus*.

Fêmeas das três espécies põem em média 10 lotes ([2, 24]), valores populacionais próximos aos encontrados para *O. chrysurus* (26 lotes) (Trejo-Martinez *et al.*, 2011), *L. campechanus* ([21, 35]) (Collins *et al.*, 1996) e *R. aurorubens* (35) no Atlântico Norte,

(Cuellar, 1996). A frequência de posta de *R. aurorubens* se aproxima, por Collins *et al.* (2005) no Golfo do México, único estudo anterior a este e que usou apenas ovos hidratados para os cálculos de frequência de posta.

De *L. synagris* se deduziu que os resultados desta investigação não distam muito dos de Claro (1982), muito embora não informe sobre o método usado para encontrar a frequência de posta, o que leva a crer que este é o primeiro estudo bem detalhado para a espécie. E para *L. vivanus*, dados de fração e frequência de posta e número de lotes postos são descritos por primeira vez. Globalmente, as frações e frequências de posta estão globalmente dentro do intervalo de frequências determinadas para outras espécies que põem em águas acima de 23°C (Taylor *et al.*, 1998)

Espécies que agregam apresentam picos de posta bem definidos, usualmente sobre um ou dois meses (Claro & Lindeman, 2003), condição descrita para outras espécies de Lutjanidae (Rojas, 1997; Piñón *et al.*, 2009; Grimes, 1987a), a qual subsidia a assunção da duração individual de posta do grupo estudado. Entretanto, é importante se ter em mente que sem uma definição quantitativa do pico de posta, é difícil comparar a temporalidade da atividade entre espécies ou populações (Lowerre-Barbieri *et al.*, 2011b)

Por exemplo, se há apenas informações macroscópicas ou de GSI, ou mesmo um conjunto destas, somente se presumiria sobre a temporalidade reprodutiva na escala ciclo de vida e assim mesmo incorrendo-se em problemas de sobre ou subestima da L₅₀. Dados de GSI se ajustam à escala anual, muito embora o indicativo admissível seja acerca do início e final da estação reprodutiva e picos de fêmeas em estado avançado de desenvolvimento gonadal e não necessariamente de fêmeas em posta. Se a espécie apresenta desenvolvimento gonadal semelhante a de *L. vivanus*, estes dados deixam de ser viáveis e podem aportar diversos ruídos interpretativos sobre a temporalidade reprodutiva da espécie.

Na costa brasileira, os trabalhos de Freitas *et al.* (2011b); Silvano *et al.* (2006); Gerhardinger *et al.* (2006), são alguns dos exemplos desta perda de informações e ruídos interpretativos, os quais dificultam comparações e exemplos de trabalhos que apostaram na importância destes dados são vistos para outras espécies tropicais (Lowerre-Barbieri *et al.*, 2009b; Solomon & Ramnarine, 2007), mediterrâneas (Alonso-Fernández *et al.*, 2013) e temperadas (Alonso-Fernández *et al.*, 2011).

Um método para determinar a estação de posta de uma população é definir um pico de posta baseado em uma pré-estabelecida proporção de fêmeas em condições de pôr (Lowerre-Barbieri *et al.*, 2009b). Como as agregações para a posta são um fator chave na regeneração populacional e ao mesmo tempo uma extremadamente atrativa oportunidade para a pesca (De Mitcheson & Colin, 2012a), os picos de posta, como o principal reflexo da fração de fêmeas desovantes, deveriam ser sumariamente protegidos, considerando que a fração de posta é um dos mais sensíveis parâmetros para o cálculo do estoque de biomassa reprodutora (Gonçalves *et al.*, 2009).

Nesta investigação, o pico de posta considerado a partir da fração de fêmeas em posta foi maior igual a 50%, o qual não necessariamente igual aquele determinado pelo GSI, que expressa picos de madures gonadal. Abril, julho e setembro para *L. vivanus* setembro, novembro e fevereiro para *L. synagris*, sendo que *R. aurorubens* apresentou apenas um pico no mês de fevereiro.

Como nos períodos de pico o número de fêmeas alcança quase o máximo populacional da frequência de posta, significa dizer que a frota está depreciando o estoque de biomassa reprodutora num dos principais momentos de aprimoramento de sua capacidade regenerativa, ressaltando os efeitos negativos presumíveis na produção total de ovos e a consequente perda da resiliência desta espécie.

Apenas para *L. vivanus* o aumento do GSI esteve relacionado com a fração de posta ($\approx 30\%$), mas a fraca relação entre estas variáveis reforça que nesta espécie, o GSI pode ser usado como um bom indicativo das fases de desenvolvimento gonadal, mas, longe de indicar picos de desova, fato que reforça a necessidade de um estabelecimento imediato de requerimentos mínimos para o manejo desta família, como por exemplo os sugeridos pelo *The Southeast Data, Assessment and Review* (SEDAR), como um esforço cooperativo de melhorar a avaliação dos estoques pesqueiros da região sul dos EUA.

Outro aspecto a ser observado são os fatores exógenos, os quais são frequentemente relatados como responsáveis pelo tempo do desenvolvimento gonadal e, em consequência, pela duração da estação reprodutiva (Lowerre-Barbieri *et al.*, 2011b). A expectativa da seleção natural sexual sinala que fêmeas preferem *circunstâncias* (machos ou área) que maximizem o fitness reprodutivo (Petersen *et al.*, 2002) e uma

combinação entre fotoperíodo e temperatura são tidos como os principais fatores de controle do metabolismo e fisiologia de espécies de águas quentes (Pauly, 1998).

Os peixes tropicais, e em especial aqueles de ambientes recifais, são amplamente conhecidos por terem seus ritmos biológicos, incluindo os reprodutivos, influenciados pelas fases da lua (Gladstone & Westoby, 1988; Johannes, 1978), com registro de uma infinidade de trabalhos descrevendo a periodicidade lunar da reprodução em diferentes espécies e a preferência da posta no período noturno.

Igualmente, espécies que agregam para posta, migram de e para os sítios de posta sob uma periodicidade sazonal ou lunar (Colin, 2012) como as das famílias Balistidae (Robertson, 1988); Centropomidae (Taylor *et al.*, 1998), Lutjanidae (Heyman *et al.*, 2005; Kadison *et al.*, 2006; Gómez *et al.*, 1996; Burton, 2002) e Xiphiidae (Poisson *et al.*, 2010).

As razões ecológicas da influencia da lua sob os padrões reprodutivos em peixes recifais enfocam primariamente os fatores que podem aumentar o fitness reprodutivo através de diferentes estratégias de facilitação da fecundidade, dispersão dos ovos e assentamento das larvas permitindo: 1) O aumento da sobrevivência dos ovos pelágicos através da dispersão planctônica assistida temporalmente pelos movimentos das marés para fora dos recifes, (Robertson *et al.*, 1990; Johannes, 1978; Gladstone & Westoby, 1988); 2) A diminuição da predação sob as larvas, através da atração fotopositiva para a superfície (Ross, 1978) e 3) A diminuição da competição entre larvas pela formação de coortes temporais (Lambert & Ware, 1984).

De acordo com Koukkari & Sothorn (2006), a mais profunda influencia da lua sob o ambiente é a luz refletida do sol em seu mesmo espectro de luz e sua influência sobre o tamanho das marés. A lua cheia corresponde a fase mais escura ou de menor luminosidade, aumentando em direção as outras fases, e as maiores marés ocorrem na fase crescente, diminuindo gradativamente nas próximas fases e a foto-resposta de pigmentos dependem da energia de determinados comprimentos de onda e não do espectro de luz visível. Além disso, é a presença de luz no crepúsculo e no amanhecer e não a irradiação durante o dia e noite é que os organismos utilizam para o foto-treinamento circadiano (Panda *et al.*, 2003; Harmer *et al.*, 2001).

Os resultados obtidos neste estudo demonstram que o aumento do GSI de fêmeas maduras se dá significativamente da lua crescente a minguante, com maior pico na lua

cheia no gênero *Lutjanus* e na crescente em *Rhomboplites*, ratificando a sincronicidade reprodutiva sob os efeitos da lua, comportamento anteriormente registrado em águas cubanas para o *L. synagris* (RedCiencia, 2013).

A fração de posta foi notadamente maior na lua nova em *L. synagris* e *R. aurorubens* e na cheia em *L. vivanus*, espécie que manteve a relação entre FCp e GSI considerando esta escala de sazonalidade. Isto pode sugerir que as circunstâncias maximizadoras do fitness reprodutivo de *R. aurorubens* e *L. synagris* residiria em promover a dispersão e de *L. vivanus* em minimizar a predação, alternativas de uma mesma moeda, quando se considera a estratégia reprodutiva principal deste grupo.

Já em 1974, Cordell (1974) descrevia o calendário lunar de pescadores no Nordeste brasileiro que sabiam onde, quando e com que pescar segundo os ritmos lunares e das marés, o que reforça a importância do conhecimento ecológico tradicional sobre a temporalidade reprodutiva das espécies recifais no aumento do esforço pesqueiro.

Durante o desenvolvimento do trabalho, reiteradas vezes os pescadores descreveram acerca dessas premissas ambientais e ainda sobre a sensibilidade circadiana de Lutjanidae que exibiria maior atividade noturna. Na área estudada, a dinâmica requer a pesca de isca viva, que é realizada durante o dia, para a captura noturna das espécies alvo, maiormente espécies das famílias Lutjanidae, Carangidae e Serranidae.

Ainda que esta investigação proveja a primeira estimação sobre a escala intrasazonal e as influências dos fatores bióticos e abióticos relacionados para o grupo em questão, é salutar considerar que este tipo de estratégia confere altas probabilidades de sucesso reprodutivo ao longo do tempo (Colin, 2012), onde uma única agregação transitória para a posta pode representar o esforço reprodutivo dos indivíduos participantes e um único dia de posta de uma residente, uma fração do esforço individual anual (Domeier, 2012).

Sopesando que o objetivo do manejo é o controle da mortalidade por pesca e o atual estado de sobreexploração destas espécies é nítido (ver Claro & Lindeman (2003) e (Klippel, 2005)), uma abordagem preventiva deveria ser estabelecida para a sua proteção, ponderando-se os sítios e picos de desova, através do estabelecimento de vedas temporais, por exemplo, baseada nos picos de posta lunares ou mensais como as impostas na Grande Barreira da Austrália (Russell *et al.*, 2012).

Onde mercados são centralizados ou pontos de desembarques são conhecidos, como no LN/BA, a comercialização sazonal e a proibição de captura que ocorrem em torno da época de desova podem ser efetivas na proteção de indivíduos reprodutivos (De Mitcheson & Colin, 2012b). Além da redução da capacidade de pesca, áreas marinhas protegidas (MPA, do inglês, *marine protected areas*) constituem-se uma abordagem alternativa para proteger este tipo de estratégia reprodutiva.

O uso de MPAs tem sido proposto como neutralizador dos efeitos da seleção por pesca sobre a evolução das características da história de vida das espécies (Baskett *et al.*, 2005) e como provedores de proteção permanente das agregações para a posta (Luckhurst, 2002; Russell *et al.*, 2012). Entretanto, pesquisas deveriam ser levadas a cabo sobre o seu desenho no tempo e no espaço a fim de torná-las úteis para a gestão de pescarias (Hilborn *et al.*, 2004) e seus efeitos potenciais, de acordo com a espécie, devem ser consideradas (Grüss *et al.*, 2013).

4.5 Fecundidade

As espécies de peixes apresentam duas estratégias quanto ao recrutamento de ovos que serão disponibilizados para o desenvolvimento e posta: determinada e indeterminada. Na primeira estratégia, o número de ovos é fixado antes do início da estação reprodutiva, ou seja, quantos ovos porá e a segunda o incrementa durante toda a estação de posta. São quatro linhas de evidências a serem testadas para delimitar o tipo de estratégia (Murua & Saborido-Rey, 2003; Hunter *et al.*, 1992), ambas como uma resposta adaptativa para que ovos e larvas encontrem as melhores condições ambientais a sua sobrevivência.

As principais compilações de estimativas de fecundidade foram feitas por Grimes (1987a) e García-Cagide *et al.* (2001), que classificam a maioria das espécies de lutjanídeos como assincrônicas, indeterminadas e desovantes por lotes, mas nem sempre deixando claro os critérios utilizados. Assim que, todas as comparações intra e interespecíficas realizadas foram tomadas com cautela.

Seguindo o especificado por estes autores, as linhas de evidências foram investigadas e concluiu-se que os lutjanídeos pesquisados no LN/BA possuem fecundidade indeterminada, estratégia exibida por outros Lutjanidae (García-Cagide *et al.*, 2001). Do grupo estudado, apenas *R. aurorubens* possui o tipo de fecundidade definida com base a

estes critérios (Cuellar *et al.*, 1996), o que torna esta descrição inédita para as demais espécies.

A atresia é um fenômeno natural de reabsorção do ovócito em desenvolvimento secundário. Níveis baixos e contínuos durante a estação de posta são característicos de espécies determinadas e aumento no final da estação de posta, se relacionada com espécies indeterminadas (Armstrong & Witthames (2012)), tendo sido este padrão o detectado para a assembléia.

A atresia está provavelmente relacionada com as condições ecológicas de alimentação, a disposição apropriada de substrato e condições ambientais para a posta, e poderia potencialmente cambiar entre os anos (McDermott *et al.*, 2007). Se sugere que em espécies de fecundidade determinada a regulação de ovos pela atresia se dá nas fases iniciais do desenvolvimento gonadal (Kennedy *et al.*, 2009), característica marcante em *L. vivanus*.

A presença de atresia em espécies de fecundidade indeterminada durante as fases iniciais do desenvolvimento ovocitário não é frequente, pois a regulação da fecundidade faz-se mediante o recrutamento de ovócitos (Ganias, 2013). Deste modo, estudos posteriores deveriam ser conduzidos acerca da intensidade de atresia por fases do desenvolvimento gonadal, definindo sua temporalidade, a relação com o meio e o possível impacto sob a produção de ovos.

Uma vez que, a atresia ocorre ao longo de toda a estação reprodutiva, em todas as fases de desenvolvimento gonadal (prevalência nas fases iniciais para *L. vivanus* e fases finais para as demais), se isto se está mantendo por períodos prolongados, níveis pequenos e contínuos de atresia poderiam resultar numa substancial redução da fecundidade, como sugerido por Kurita *et al.* (2003).

A ausência de hiato na distribuição da frequência do diâmetro dos ovócitos entre os estágios alvéolos corticais e vitelogênicos foi a segunda assunção que indicou fecundidade indeterminada para o grupo, ainda que em algumas espécies de fecundidade determinada a distribuição de classes de diâmetro dos ovócitos seja contínua no ovário (Hunter & Macewicz, 1985a; Murua & Saborido-Rey, 2003).

Como em espécies determinadas o número de ovos é fixado antes da posta, se espera um decréscimo ao longo da estação de posta do número de ovos em desenvolvimento

secundário. Nas espécies estudadas, ocorreu um aumento no estoque destes ovócitos desde fêmeas capazes de pôr até aquelas em posta iminente, indicando que ovócitos em crescimento primário foram continuamente recrutados durante a estação para produzir novos lotes, sendo esta evidência a mais clara para a definição do tipo de fecundidade de uma população de peixes (Ganias, 2013).

Espécies de fecundidade indeterminada maduram novos grupos de ovócitos (lotes) de modo contínuo através da tipicamente extensa estação reprodutiva e o modelo de posta parcelada afeta suas histórias de vida de diferentes e importantes formas (Lowerre-Barbieri *et al.*, 1998), como por exemplo a variabilidade na fecundidade de uma mesma espécie em distintas localidades (Trejo-Martínez *et al.*), entre estações e dentro de uma mesma estação (Kjesbu *et al.*, 1996).

Devido a esta indeterminação, a fecundidade final ao término da posta (fecundidade realizada) é função da fecundidade parcial (B_f), da frequência de posta e duração da estação reprodutiva, o que resulta em um alto potencial de variabilidade na fecundidade final (Lowerre-Barbieri *et al.*, 1998). Assim, estes fatores representam um significativo desafio no sucesso das estimativas do potencial reprodutivo de espécies múltiplo desovantes com fecundidade indeterminada (Yoda & Yoneda, 2009).

De fato, em estudos sobre fecundidade, é imperativo começar com a correta determinação do tipo de fecundidade (Murua *et al.*, 2003). De acordo com Hunter *et al.* (1985), a estratégia determinada é típica, mas não exclusiva de espécies temperadas, onde as variações de disponibilidade de alimento são marcadamente sazonais. Em direção contrária, espécies indeterminadas são comuns em águas quentes, onde os afloramentos de alimento são relativamente constantes ao longo de um ciclo anual.

Sob uma perspectiva ecológica, ser restrito por uma fecundidade determinada para um desovante parcelado com ampla estação reprodutiva e estratégia de agregação para a posta não seria tão vantajoso, dado que uma estratégia indeterminada a predispõe ao aproveitamento de diferentes faixas intrasazonais de disponibilidade de alimento e condições ambientais favoráveis durante o período de desova, convertendo este gradiente como garantia do seu próprio sucesso reprodutivo.

Sob a perspectiva da conservação do recurso, a clara definição do tipo de fecundidade de uma espécie incide diretamente nas aproximações para seu manejo, já

que os métodos de estimativas de produção de ovos são fundamentais para cálculos do estoque da biomassa reprodutora e diferem de acordo ao tipo fecundidade.

Número de Ovos em Desenvolvimento Secundário (NDO)

Em espécies indeterminadas, a fecundidade potencial não pode ser estimada, pela característica intrínseca de recrutamento contínuo de ovos durante toda a estação reprodutiva. Embora em espécies indeterminadas o NDO seja menor que a fecundidade potencial, seu uso pode permitir alusões sobre a produção total de ovos de uma espécie durante aquele ciclo reprodutivo, representando uma instantânea do processo de recrutamento dos ovócitos ao longo da estação.

De todas as formas, no caso em que a fecundidade potencial não possa ser determinada, o uso do NDO é fortemente recomendado (Dominguez-Petit, 2007), sem descuidar-se das estimativas da fecundidade parcial (Bf) como único método confiável para mensurar a fecundidade anual de espécies desovantes parcelados com fecundidade indeterminada (Hunter *et al.*, 1985). Neste caso, a fecundidade anual deveria ser estimada pela combinação de dados sobre o número de ovos hidratados e o número de lotes postos (Hunter & Macewicz, 1985a) ou pela fecundidade do lote, a fração de posta diária e a duração da estação de posta (Murua & Motos, 2006).

O NDO médio e máximo de *L. synagris* e *R. aurorubens* foi semelhante entre si e cerca do dobro daqueles encontrados para *L. vivanus*. Respectivamente, a equação que representa a relação NDO *versus* comprimento foram: $NDO = 8,6114 * Ct^{3,0114}$, ($R^2 = 0,74$), $NDO = 32869 * Ct - 678969$ ($R^2 = 0,43$) e $NDO = 0,0033 * Ct^{5,1202}$ ($R^2 = 74\%$).

Para *L. synagris*, os valores encontrados no LN/BA ($\bar{x} = 271.345$ ([2.205, 1.053.342]; $Ct = 19,5$ a 45 cm e $\bar{x} = 241.700$ ovos vitelados por grama de peso em uma fêmea média ($Ct = 30$ cm)) estiveram próximos aos registrados em áreas cubanas (347 – 995.000, recompilação em García-Cagide *et al.* (2001)), na Venezuela (510.872 e 1.225.118; $Ct = 29$ a 47 cm, Gómez *et al.* (2001), sul da Bahia, Brasil (104.743 a 568.400; $Ct = 25$ e 56 cm (Freitas, 2009) e Recife, Brasil (125.490 a 869.945; $Ct = 22$ a 33 cm (Silva-Júnior, 2009).

Uma fêmea média de *R. aurorubens* ($\bar{x}Ct = 26$ cm) produziria cerca de 175.625 ovos vitelados, resultado cinco vezes menor que os encontrados para uma fêmea de mesmo tamanho por Nelson (1988). Populacionalmente o intervalo da produção média seria de

222.631 ([5.856 - 1.076.065]; Ct= 21 – 36,5), valores concordantes com os achados por (Grimes, 1978) (8.168 – 1.789.998; Ct= 29 – 55,7 cm).

Os valores médios encontrados para *L. vivanus* no Litoral Norte da Bahia 180.174 ([14.318 - 685.638]; Ct= 24 - 40) estiveram próximos daqueles reportados por Sylvester et al. (1980) nas Ilhas Virgens, mas de valor máximo bastante inferior ao da presente investigação (\bar{x} = 108.000, [9. 000 - 299.000; Ct= 26,5 - 630 cm).

A média relativa do NDOr foi de 42.029 ovos g⁻¹ de *L. synagris* ([27.150, 69.012]), valores equitativos aqueles encontrados por Silva-Júnior (2009) (\bar{x} = 48.040 ovos g⁻¹, [14.889 - 79.400]). Os maiores valores médios e máximos do NDOr foram registrados para a espécie *R. aurorubens* (\bar{x} = 79.473 ovos g⁻¹, [23.433 - 208.780), algo superiores ao encontrado por Cuellar et al. (1996), [17.374 – 122.130]). Como primeiro registro para *L. vivanus*, obteve-se no LN/BA média de 19.686 ovos g⁻¹, valor mínimo deverás pequeno (241 ovos g⁻¹) e máximo (110.995 ovos g⁻¹) quase duas vezes maior que o das demais espécies.

Distintos estudos identificam Lutjanidae como uma família de alta produção de ovos (Gómez et al., 1996), com média encontrada de 2.2 milhões de ovos, a partir de dados compilados para 13 espécies (\bar{x} Ct= 55 cm) (Grimes, 1987a) até 7,5 milhões (Cuellar et al., 1996). Isto é tipo característico de espécies de fecundidade indeterminada e desovantes parcelados (Murua & Motos, 2006; Murua et al., 2003). Não obstante, as diferenças nos métodos de estimativa de fecundidade entre a grande maioria do trabalhos não são particularmente comparáveis.

Por exemplo, Grimes (1976) estimou a fecundidade no início da estação reprodutiva, Cuellar, et al. (1996) e Sylvestrer et al. (1980) ao longo de toda a estação, mas ambos contaram todos os ovócitos em desenvolvimento em cada fêmea, o que equivale ao NDO não corrigido por atresia (fecundidade potencial). Outros usaram a classificação gonadal com base a dados macroscópicos (Gómez et al. (2001), podendo haver sido incluídos indivíduos com signos de posta recente ou, quando do uso de dados microscópicos, a classificação foi duvidosa, por exemplo, Silva-Júnior (2009) classificou fêmeas em desenvolvimento inicial (AC) na mesma fase que fêmeas em descanso (RG e RN), nitidamente um equívoco de conceito histológico.

Os dados ora apresentados foram obtidos por estereologia, um método sofisticado e caracterizado pela sua alta acurácia (Dominguéz-Petit, 2007; Alonso-Fernández, 2011;

Mandarim-de-Lacerda, 2003) e pode ser comparável aquele utilizado por (Freitas *et al.*, 2011b), quem usou volumetria tradicional e identificou histologicamente os dados para excluir fêmeas com POFs.

Descrições sobre fecundidade deveriam ser consideradas com precaução devido a problemas inerentes a sua estimação (Haldorson & Love, 1991). A falta de padronização da nomenclatura, de métodos e termos da biologia reprodutiva dificulta as comparações (Lowerre-Barbieri *et al.*, 2011a; Brown-Peterson *et al.*, 2011), gerando assim significativa confusão e dificuldades de comparação, principalmente as intraespecíficas e mesmo entre espécies congêneres.

É consenso que a fecundidade é função do comprimento (Grimes, 1976) e também do peso se calculados justo antes da desova e está claro que a contribuição individual das fêmeas à produção total de ovos aumenta com este último (Óskarsson & Taggart, 2006). De acordo ao esperado, os lutjanídeos do LN/BA exibiram este efeito maternal e a fecundidade aumentou exponencial ou linearmente, chegando-se a casos em que os maiores produziram cerca de quatro vezes mais ovos que as pequenas, corroborando a ideia de que as estratégias de manejo para este grupo devem ter em conta as características maternas, dado a importância destes predadores na produção total de ovos (Haldorson & Love, 1991).

Diversas hipóteses têm sido testadas sobre a associação positiva da produção de ovos e o fator de condição, ou seja, da energia disponível para alocação de decisões da história de vida como crescimento, reprodução ou migração, o que não significa dizer que uma fêmea está gorda ou magra para um dado comprimento, mas sim, se tem um excesso ou limitação de energia disponível para investir nestas decisões (Koops *et al.*, 2004). Do mesmo modo, K é provavelmente o mais adequado indicador de condição em algumas espécies (Marshall & Saborido Rey, 2003; Óskarsson *et al.*, 2002), o qual revela a existência de custos fisiológicos associados à reprodução (Wootton, 1999).

O uso de K pode ser criticado por causa da dependência, ainda que fraca, com o comprimento em alguns exemplos (Óskarsson *et al.*, 2002). Neste estudo, K foi forte função do NDO em *L. vivanus* e *R. aurorubens* ($R^2 = 0,76$ e $0,86$), mas fracamente em *L. synagris* ($R^2 = 0,17$). Quando considerado o NDO_r, peso e comprimento perderam a importância, e K sofreu um aumento substancial como função desta variável ($R^2 = 0,54$, $0,74$ e $0,89$, respectivamente *L. vivanus*, *R. aurorubens* e *L. synagris*).

Isto indica que fêmeas de melhor higidez possuem mais energia disponível para alocar na produção de ovos nos lutjanídeos investigados. Esta estratégia maximiza o esforço reprodutivo em espécies longevas, como são considerados os lutjanídeos, posto que é mais relevante pôr regularmente ao longo de um período do que investir vigorosamente em energia na fecundidade de um ano às expensas do crescimento e condição (Millner *et al.*, 1991) e reforça o argumento que estimativas de recrutamento populacional deveriam incorporar índices de condição individual (Marshall *et al.*, 2003).

Outro fator exógeno que pode afetar a fecundidade é o parasitismo. Quer por interferir na taxa de crescimento intrapopulacional (indivíduos não parasitados crescem mais rapidamente que aqueles parasitados (Finley & Forrester, 2003), infligir no fitness reprodutivo das fêmeas através da diminuição da produção de ovos (Rosenqvist & Johansson, 1995; Cable & van Oosterhout, 2007), ou por perda de atratividade da fêmea para o macho (Deaton, 2009).

Da assembléia amostrada no Litoral Norte da Bahia, entre 6% a 23% das fêmeas maduras estavam infectadas (menores valores para *L. vivanus*), tanto por parasitas de ciclo de vida pelágico (cestódeo) quanto bentônico (nematódeos), com alta prevalência em fêmeas em condição de pôr (*lato senso*), o que poderia influenciar nas taxas finais de produção de ovos. Pelo exposto, entendemos que investigações posteriores sobre intensidade do parasitismo, seu comportamento sazonal e relação com a fecundidade devam ser postos em marcha a fim de magnificar os efeitos sobre a produção total de ovos.

Número de Ovos Hidratados em um Lote (*Bf*)

A maioria dos peixes recifais são desovantes parcelados, entretanto poucas estimativas confiáveis da fecundidade anual estão disponíveis para essas espécies (Sadovy, 1996). Esta é a primeira investigação que informa amplamente sobre diferentes aspectos da fecundidade parcial do grupo alvo para o Brasil, incluindo produção populacional de ovos hidratados e os dados anteriormente discutidos sobre frequência e fração de posta e número médio de lotes postos.

A *Bf* é o número de ovos postos por fêmea durante um único evento de desova e é estimado pela identificação e quantificação da coorte de ovos hidratados na gônada (Gonçalves *et al.*, 2009). Infortunadamente, da escassa literatura sobre reprodução de *L.*

synagris, apenas um estudou sua fecundidade parcial (Gesteira & Rocha, 1976), quatro executados Golfo do México de *R. aurorubens* e sem nenhum registro localizado até a finalização deste trabalho para *L. vivanus*.

Considerada a assembléia, os valores estimados da *Bf* foram de 4.031 a 137.437 ovos e média de 51.102 ovos liberados em um evento de posta em *L. synagris* (Ct= 26 – 33,5 cm), o que significa dizer que, se a média de eventos encontrada foi de 10, durante a época de desova, uma fêmea pode chegar a pôr mais de um milhão de ovos.

A *Bf* média encontrada durante este estudo foi cerca de duas vezes menor a estimada por Gesteira & Rocha (1976), para *L. synagris* na costa do Ceará, (\bar{x} = 89.472 ovos hidratados [30.000 - 150.000], porém de valores máximos semelhantes dentro do intervalo de peso e tamanho aproximados, porém muito menor daqueles encontrados por Freitas *et al.* (2014) em Abrolhos, Brasil (104.743 – 568.400, Ct= 25 – 56 cm, n=20).

Tais variações, com relação ao trabalho de Gesteira & Rocha (1976) são difíceis de explicar, mas a escassez descritiva da sazonalidade dos dados e em especial, o uso da classificação macroscópica na identificação das fases de maturação gonadal, podem ser uma explicação como anteriormente aludido.

A marcada discordância com respeito ao segundo trabalho pode ser explicada pelas diferenças metodológicas na classificação de fêmeas capazes de pôr (SC) e em atividade de posta, o que pode ter levado a sobrestima de ovócitos em estágio hidratado. Talvez o uso do método autodiamétrico neste trabalho pode ter sido também fonte de diferenças.

Hood & Johnson (1999), compilaram os trabalhos de Nelson (1988) e Cuellar *et al.* (1996) para *R. aurorubens* e encontraram valores muito superiores estimados pelo primeiro autor (61.600 – 392.000, Ct= 20 -51 cm) em comparação ao seu (33,550 – 415,161, Ct= 248 – 37,5 cm), mas concorrentes com os de Cuellar (4.000 a 90.000 ovócitos, Ct= 18 - 34 cm). De acordo com Hood, as diferenças possivelmente se deram em função do intervalo de classes que incluía fêmeas de maior comprimento.

No LN/BA, *R. aurorubens* teve média de 13.030 ([181 - 51.715], Ct= 23 – 28 cm), valores muito abaixo dos obtidos por (Hood & Johnson, 1999), mas, em função do pequeno número de amostras e sua limitada distribuição sazonal, os resultados foram

tomados como uma primeira aproximação para o litoral baiano e comparações devem ser cautelosas.

Com um bom número de amostras e bem distribuídas ao longo da estação reprodutiva (oito dos nove meses), as estimativas da *Bf* de *L. vivanus*, apresentou valor máximo muito acima dos anteriormente apresentados para sua congênere e para *R. aurorubens*, com média de 45.572 ovos (1.343 – 1.500.006), sendo estes dados inéditos para esta espécie.

A média da *Bf* assim como da fecundidade parcial relativa (*BfRel*) do gênero *Lutjanus* acercaram-se aos resultados médios obtidos para *O. chrysurus*, (Trejo-Martinez *et al.*, 2011), e aqueles de Fernandes *et al.* (2012), para o que se poderia predizer que, quando excluído o efeito do peso sobre a *Bf*, os valores giram em torno do mesmo intervalo de número de ovos hidratados por grama de fêmea para lutjanídeos de tamanho médio (*sensu* Martinez-Andrade (2003)).

Para a *Bf*, o melhor predador maternal foi o peso da fêmea se comparado com o comprimento. Por outro lado, a fecundidade anual ou produção populacional de ovos esteve diretamente relacionada com um fator aparentemente óbvio que é a fração de postas, ou seja, quanto mais fêmeas desovando, mais ovos.

Seguindo o método usual ($Bf * Fcp$), a fecundidade anual do grupo estudado esteve entre 1 a aproximados 19 milhões de ovos e de 34 a 155 milhões de ovos disponíveis à posta pelo segundo método ($Bf * nl * \text{duração da posta}$). Utilizando-se qualquer um dos métodos de cálculo, estes lutjanídeos estão classificados dentre as espécies altamente fecundas, aquelas que produzem milhares a milhões de ovos por fêmea (Sadovy, 2001).

Berkeley *et al.* (2004b) menciona que indivíduos grandes geralmente têm alta produção de ovos por evento de posta, relação encontrada para as espécies investigadas neste e em outros trabalho (Gesteira & Rocha, 1976; Cuellar, 1996; Davis & West, 1993b; Evans *et al.*, 2008; Davis & West, 1993a; Collins *et al.*, 1996), sendo evidente que a variabilidade da *Bf* não parece ter sido artifício do método dada a sua acurácia.

Há um consenso de que a regulação populacional ocorre via densidade-dependente da mortalidade ou da reprodução (Murdoch, 1994) e que estudos sobre demografia com peixes recifais indicam que grandes indivíduos são tipicamente muito poucos e frequentemente têm menos efeitos sobre os resultados reprodutivos e somente ganham

importância quando há uma mudança na estrutura populacional para classes de indivíduos mais velhos e maiores (Kritzer & Davies, 2005).

Assim, investigações aditivas para Lutjanidae acerca da idade e crescimento, dispersão de ovos e larvas, recolonização e respostas compensatórias associados à pesca e seus efeitos sobre o potencial reprodutivo são muito recomendáveis às propostas de manejo e conservação, uma vez que a característica de alta fecundidade per se não confere resiliência à pesca nem um alto potencial para a recuperação populacional (Sadovy, 2001).

A fecundidade parcial e todos os seus derivados sofreram variações sazonais lunares em *Lutjanus*, sendo as fases nova e cheia as de maior produção de ovos hidratados, padrão já relatado para peixes recifais (ver Takemura *et al.* (2004)), incluindo Lutjanidae, o que leva a crer que agregar-se e pôr em luas escuras é uma tática antipredação eficiente.

Os ciclos lunares proveem um forte e previsível conjunto de estímulos ambientais para as espécies marinhas (deBruyn and Meeuwig, 2001) e o fator lua *versus* estratégia reprodutiva agregação para a posta, já foi descrito anteriormente. Contudo, algo mais pode-se concluir acerca deste tema.

Para lutjanídeos, Thresher (1984) sugeriu que a periodicidade lunar era uma característica quase universal. Os trabalhos entre a década de 90 e 2000 que subsidiaram esta pesquisa começaram a sugerir periodicidade lunar como um dos fatores responsáveis na variabilidade reprodutiva em espécies da família Lutjanidae (v.g., Cuellar (1996), Davis & West (1993b)). Durante a década de 2000, um grande número de trabalhos defendiam e clarificavam a sazonalidade lunar no processo de recrutamento de ovos e larvas e sincronização para a posta (v.g., Nanami & Yamada (2009), Nanami *et al.* (2010), Graham *et al.* (2008)), incluindo discussões sobre as implicações dos ciclos lunares nos desenhos de programas de amostragens (Gaudreau & Boisclair, 2000) e métodos estatísticos para aprimorar sua análise (deBruyn & Meeuwig, 2001).

Chegou-se ao final da década de 2000 e metade da década de 10 do século XXI com trabalhos nos quais o fator lua é assunção prévia de efeitos de padrões reprodutivos das espécies, estando contemplados no desenho amostral para descrever diferentes escalas da temporalidade reprodutiva em Lutjanidae e outras espécies tropicais, incluindo seus

fatores intrínsecos como fecundidade parcial e frequência de posta (v.g., Bushnell *et al.* (2010); outros estudos descrevendo a relação com fertilização ou assentamento de larvas (Allman & Grimes, 2002) ou pormenorizando o comportamento lunar inequívoco em outras espécies (Evans *et al.*, 2008), além deste trabalho que relacionou a importância das fases lunares sobre a produção de ovos.

A descrição da *Bf* e seus subprodutos permitiram inferências significativas com as variáveis maternas ao longo deste estudo para a produção populacional de ovos e estes resultados podem sustentar a premissa de que fêmeas maiores e mais pesadas possuem um maior potencial reprodutivo, o que capacitaria suas larvas a sobreviverem em um gradiente de condições ambientais mais amplo (Berkeley *et al.*, 2004a; Green, 2008) e distribuir sua alta fecundidade ao longo de um gradiente ambiental anual.

Em Lutjanidae, a distribuição anual dos picos de posta geralmente coincidem com períodos de águas quentes, mas não necessariamente com a época mais quente do ano (Thresher, 1984). Na plataforma continental e região oceânica do Nordeste brasileiro foi identificado que as temperaturas da camada fótica são mais quentes e estáveis durante o verão e outono (Montes, 2003), tendo os picos de posta do grupo coincido globalmente com a época em que as temperaturas da camada fótica são mais quentes e estáveis na plataforma continental e região oceânica do Nordeste brasileiro, concorrência que reforça a ideia de vedas sazonais concorde aos picos de posta.

Um método padrão para acessar a estação reprodutiva e picos de posta de uma população não existe (Lowerre-Barbieri *et al.*, 2011b), mas existem diferentes aproximações que podem ser testadas e repetidas, contudo, penso que o primeiro passo para águas brasileiras e sul americanas, é tentar o uso de uma terminologia padrão, e um esforço no uso de dados histológicos, uma vez que são os únicos que podem validar, em parte, as escalas macroscópicas (Tomkiewicz *et al.*, 2003), sendo os mais precisos e sensíveis no estabelecimento das diferentes escalas de temporalidade reprodutiva de qualquer espécie (Honj *et al.*, 2006; Vitale *et al.*, 2006; Dias *et al.*, 1998).

A larga estação de posta dos lutjanídeos estudados é uma característica que poderia dificultar as tomadas de decisões no processo de manejo tradicional, baseado em sistemas de épocas de defeso e vetar a pesca durante sete a nove meses seria economicamente inviável em uma pescaria multiespecífica em termos de espécies e frágil em termos sociais.

O conhecimento da sincronicidade do movimento espacial da frota com os ritmos circadianos e temporais do ciclo anual das espécies deveria ser o ponto de partida para um processo de gestão que inclua a proteção da maior fração de fêmeas desovantes, uma vez que o manejo com base a idades mínimas que protege a L_{50} aqui não seria aplicável, posto que os indivíduos via de regra são capturados em reversão da bexiga natatória e por conseguinte, não apresentam possibilidades de recuperação em função das altas profundidades que são explorados.

Épocas de defeso biológico de acordo com as fases da lua ou nos meses respectivos aos picos de fração de posta deveriam ser a estratégia de proteção do estoque reprodutor, já que os picos de GSI, pois indicou que há mais fêmeas em um mesmo estágio de maturação gonadal juntas, pelo efeito da agregação, do que em atividade de posta. Observando-se em conjunto os diferentes picos aqui relacionados, (FCp , GSI, NDO e Bf).

Reconhecidamente, espécies do gênero *Lutjanus* alcançam a maturidade sexual aos dois anos de vida (Manooch, 1987; Claro & García-Artega, 2001), idade que inclui o comprimento médio de primeira maturação do grupo, mas que não representa o comprimento médio das fêmeas em capacidade de pôr (*Rhomboplites*: 26 cm, *Lutjanus*: 30 cm), que são as de maior tamanho e melhor condição.

Isto implica dizer que os espécimes de maior potencial reprodutivo estão sendo extirpados da população. Espécimes pequenos tem menor potencial reprodutivo e, um manejo que não vislumbre este aspectos, poderia levar aos efeitos deletérios da retirada populacional de grandes indivíduos (Wright & Trippel, 2009).

Por este motivo, a escolha por extensas e diferentes aproximações aqui testadas se basearam na necessidade de lançar luz a alguns pontos obscuros sobre Lutjanidae e encontrar pontos de flexibilização para o processo de manejo, para o qual se é partidário do estabelecimento de épocas de defeso das pequenas unidades de gestão citadas: lua ou picos de fração de posta.

Naqueles meses onde se registram os picos de posta, representando mais conservadoramente um mês por estação, protegendo a maior fração de fêmeas desovantes possível, o que a longo prazo poderia garantir a recomposição do estoque, reconhecidamente em estado de sobreexploração. Esta estratégia protegeria por um lado

os peixes, e por outro uma fatia da população costeira dependente exclusivamente desta atividade extrativista, salvaguardando o fornecimento à cadeia peixe-dependente.

4.6 Conclusões

A família Lutjanidae é o principal recurso íctico explorado ao longo de todo o Nordeste brasileiro, além de diferentes zonas costeiras do Atlântico Tropical, reconhecidamente em algum estado de vulnerabilidade ou nível de sobreexploração. Este trabalho arrojou luz ao complexo gradiente temporal e de alta variabilidade sazonal da biologia reprodutiva de *L. synagris*, *R. aurorubens* e *L. vivanus*, sendo o primeiro que trata destes aspectos com a abrangência e complexidade interpretativa.

Proporção sexual, fatores de condição da biomassa reprodutora e do estoque, ogivas de maturação, temporalidade reprodutiva, fecundidade, fração e frequência de posta, e a relação dos efeitos maternos e variações sazonais no comportamento destas variáveis foram aqui estabelecidos.

Aspectos chave na análise dos distúrbios causados pela pesca ao tempo e local de posta e na estrutura da população desovante, além do processo de determinação das estratégias de gestão, como podem ser capturas mínimas, épocas de veda à pesca ou estabelecimento de áreas marinhas protegidas.

Com base ao supracitado, concluiu-se que:

1. Em pescarias multiespecíficas, investigações com fins de reprodução podem se tornar uma boa oportunidade para ampliar o conhecimento da diversidade de peixes recifais,
2. Sobre a proporção sexual pode-se dizer que:
 - a. As populações amostradas no LN/BA chegam ao modelo estacionário de alocação dos sexos ao redor dos 30 cm,
 - b. Em *L. synagris* predominam em comprimentos maiores que a SR_{50} (31 cm) e *R. aurorubens* (32 cm) e *L. vivanus* (28 cm) em comprimentos inferiores a SC_{50} ,
 - c. Está relacionada com um processo de migração fêmea-macho e provê segregação espacial em *Lutjanus* como efeito da estratégia de migração para a posta, o que não ocorre com *Rhomboplites*,
 - d. Sazonalmente está regida pelo ritmo das chuvas (assembléia) e das fases da lua (*L. synagris* e *R. aurorubens*),

3. A hipótese nula de isometria foi refutada para todas as espécies, registrando-se alometria negativa, ou seja, indivíduos pequenos têm, globalmente, diferente condição que grandes e que o incremento em peso é mais lento que no tamanho,
4. A assembléia possuía exemplares entre 13 a 55 cm de tamanho e peso variando entre 0,1 a 2 kg, sendo *L. vivanus* a espécie com os maiores valores, fêmeas foram maiores, mais pesadas e de condição em *L. vivanus*, em *R. aurorubens* machos foram maiores e mais pesados, mas de mesma condição e em *L. vivanus* fêmeas foram apenas mais pesadas,
5. O principal fator de agrupamento nas espécies foi a condição, mas também há uma tendência de distribuição pelas demais variáveis biológicas, formando um “gradiente de comprimento, peso e GSI”,
6. O padrão do fator de condição associado ao estratégia reprodutiva de agregação para posta e sua distribuição espaço-temporal indicam que a origem dos custos energéticos ao processo reprodutivo pode ser o armazenamento de reservas energéticas durante o curto e piscoso período chuvoso e de descanso reprodutivo ao que passariam posteriormente à estratégia de aquisição contínua,
7. O tamanho médio de maturação com base a dados histológicos foi de *L. synagris* foi de 18,30 cm, de *R. aurorubens* 16,62 cm e de *L. vivanus* de 17,21 cm. Com dados macroscópicos causou sobre ou subestimas ou não pôde ser calculada, portanto, apenas dados oriundos de histologia deveriam servir de referência para a gestão,
8. Globalmente, os lutjanídeos do litoral baiano encontram-se dentro dos limites propostos do comprimento total máximo populacional para a família (35 – 50%), mas *L. vivanus* esteve abaixo do limite mínimo (30%),
9. À escala anual, o ciclo reprodutivo da assembléia de agosto a abril no gênero *Lutjanus* e de outubro a abril em *Rhomboplites*, como época de posta, e de maio a agosto-setembro, como época de repouso reprodutivo, seguindo um ritmo reprodutivo ditado predominantemente pela estação seca e fases da lua,
10. O GSI, associado a identificação das fases de desenvolvimento gonadal foi um índice muito útil na identificação do extenso período reprodutivo e ainda

informou acerca do mapa de distribuição espacial e temporal do investimento reprodutivo populacional na zona de agregação,

11. A associação da distribuição anual do GSI, da frequência do diâmetro dos ovócitos em vitelogênese, do NDO e NDO_r podem ser usados como definidores do ciclo anual de *L. vivanus*,
12. A pesca de Lutjanidae é predominantemente noturna e a área de distribuição varia entre espécies. Decresce de *R. aurorubens* a *L. vivanus*, e se contrai nos meses de repouso reprodutivo (maio a setembro), principalmente na latitude para *Lutjanus* e latitudinal e longitudinalmente em *Rhomboplites*,
13. A ausência de hiato na distribuição de frequência do diâmetro dos ovócitos de ovócitos em desenvolvimento secundário, atresia massiva no final da posta concomitante com o cese na produção de ovócitos em desenvolvimento secundário e o aumento do estoque destes ovócitos durante a estação reprodutiva caracterizam o grupo estudado como de fecundidade indeterminada,
14. A atresia em *L. vivanus* pode estar funcionando como agente regulador da produção nas fases iniciais do desenvolvimento gonadal, dada sua prevalência em fêmeas em desenvolvimento e sugerir uma estratégia de fecundidade mista,
15. A assembléia está composta por espécies gonocóricas, que agregam para a posta de modo transitório (*Lutjanus*) ou residente (*Rhomboplites*), com desenvolvimento ovocitário assincrônico, de desova parcial e fecundidade indeterminada, e com posta populacionalmente sincrônica sob influência da lua e estações segundo o ritmo das chuvas (seco para *L. synagris* e *R. aurorubens* e seco-chuvoso para *L. vivanus*),
16. A sazonalidade reprodutiva, segundo o ritmo das chuvas, apoia as evidências de que este seja um dos fatores bióticos de influência no recrutamento de ovos e larvas da assembléia, já que este período coincide com o aumento da produção primária oceânica e da plataforma continental registrada na região Nordeste,

17. No cenário global, o NDO médio de *L. synagris* e *R. aurorubens* foi semelhante entre si e cerca do dobro daquele registrado para *L. vivanus*. Quando tirado o efeito do peso, os valores foram muito maiores em *Rhomboplites* que em *Lutjanus*,
18. O peso e comprimento foram os principais efeitos maternos sobre o NDO em *Lutjanus* e o GSI em *Rhomboplites*. Para o NDOr, o GSI cobra importância em *L. synagris* e K para *R. aurorubens* e *L. vivanus*, indicando que fêmeas de maiores, mais pesadas e de melhor higidez produzem mais ovos,
19. A fecundidade parcial de *L. vivanus* é duas vezes maior que a de *L. synagris*, por sua vez, cerca de duas vezes maior que a de *R. aurorubens*, sendo o peso o principal efeito maternal. E, sem o efeito deste, o GSI passa a ser o mais importante para *R. aurorubens*, a fração de posta para *L. vivanus* e *L. synagris* não sofreu nenhum efeito maternal.
20. As espécies da assembléia são altamente fecundas, produzem uma média de 10 lotes de ovos hidratados durante a temporada de posta e entre 1 a 155 milhões de ovos disponíveis à posta.
21. A fração média de posta foi de 0,35 (\pm), com uma frequência de posta de quatro a cinco dias, o que implica que a temporada de posta individual pode durar de dois (*L. synagris* e *R. aurorubens*) a dois meses e meio (*L. vivanus*), se considerada, neste último caso, a duração total da posta de 12 meses,
22. O conhecimento ecológico tradicional é um valioso instrumento para o desenvolvimento de pesquisas e deveria ser tomado em conta para confecção de desenhos amostrais em reprodução de peixes, principalmente daquelas que exibem agregação para a posta, pelo fato dos pescadores saberem onde, como e a que horas do dia os peixes irão estar.
23. Investigações aditivas acerca da idade e crescimento, dispersão de ovos e larvas, recolonização e respostas compensatórias associados à pesca e seus efeitos sobre o potencial reprodutivo de Lutjanidae no LN/BA são muito recomendáveis às propostas de manejo e conservação do que é o principal recurso pesqueiro do Nordeste brasileiro,
24. Acurácia na descrição dos parâmetros reprodutivos é o alicerce na avaliação e gestão de estoques baseados em biologia reprodutiva. Normalizar o grupo de

dados mínimos para gestão dos estoques de Lutjanidae do Atlântico Sul é a conclusão número um deste trabalho,

25. Em termos de gestão pesqueira, a flutuabilidade na proporção sexual, fração de posta e produção de ovos em função da lua ou das estações segundo o ritmo das chuvas, pode ser considerada como um caractere positivo para fins de estabelecimento de temporadas de proteção do estoque reprodutor a pequena escala e, portanto,
26. Os picos de posta mensais ou por fases lunares são altamente recomendáveis como unidades temporais de épocas de defeso da biomassa desovante, na gestão de Lutjanidae.

Capítulo 5: Protocolo de Gestão

5.1. Pescarias Tropicais, de Pequena Escala e Recifais

Dos ecossistemas costeiros tropicais, os ambientes recifais talvez sejam os mais importantes. Descritos como um dos maiores projetos de bioconstrução duráveis da Terra (Knowlton & Kjackson, 2001), são altamente diversificados, provendo diretamente bens e serviços para cerca de 500 milhões de pessoas (Wilkinson, 2000).

Neles, a pesca artesanal é reconhecida por prover uma parte significativa dos recursos de proteína animal à dieta das populações costeiras (Brewer *et al.*, 2012; Mensah & Antwi, 2002; Ardiwijawa *et al.*, 2008; Costa *et al.*, 2003), constituindo-se, há muito, em uma das mais importantes fontes de renda e subsistência para as comunidades litorâneas.

Como um subtipo de pescaria em pequena escala, a pesca artesanal é definida por ocorrer dentro dos sistemas costeiros, limitada à baixa profundidade, portanto, restritas às águas e recursos da plataforma continental, exceto naquelas áreas onde esta é muito estreita (por exemplo, ilhas oceânicas) e os limites ultrapassam a borda do talude continental (Chuenpagdee *et al.*, 2006).

Diferente das pescarias industriais, altamente tecnológicas, de cunho estritamente comercial, que pode explorar grandes dimensões estuarinas ou oceânicas, a pesca em pequena escala (PPEs), via de regra de natureza artesanal ou de subsistência, é típica de países em desenvolvimento ou subdesenvolvidos, que exploram essencialmente ecossistemas recifais.

Estatísticas oficiais estimam que 1 milhão de pessoas trabalham nas PPEs (FAO, 2012), enquanto dados não oficiais, 12 milhões de pescadores como responsáveis pela extração de aproximados 31 milhões de toneladas de produtos marinhos, anualmente (Chuenpagdee *et al.* 2006). A grosso modo, quase metade da produção das pescarias em larga escala (Chuenpagdee & Pauly, 2008).

Muitos estudos sobre as PPEs têm sido conduzidos, mas tendem a enfatizar aspectos socioculturais. Em geral, tentam capturar situações únicas de determinados locais (Pauly, 1997), fixando-se no fato de que são demasiado complexas ou tão diferentes que uma definição global ou regional e comparações seriam impossíveis (Chuenpagdee *et*

al., 2006), o que implica numa espécie de exclusividade para cada pescaria descrita (Chuenpagdee & Pauly, 2008).

O problema com estas noções, com frequência convincentes, é que, em efeito, tendem a marginalizar ainda mais um sistema físico, socioeconômico, político e culturalmente já desvantajoso (Pauly, 1997), que *a priori* é operado em áreas distantes do poder e interesse político (Chuenpagdee *et al.*, 2006).

Nas últimas décadas, grandes mudanças ocorreram em muitos países tropicais, ocasionando problemas em seus ecossistemas costeiros, marinhos e nas sociedades humanas que deles dependem (Nagelkerken & Gladstone, 2009). Em particular, o aumento da pressão por pesca causou mudanças na composição das espécies e estrutura dos habitats (Jennings & Polunin, 1996a; Christensen, 1998; McClanahan & Mangi, 2001), resultando em perdas econômicas graves (Bellwood *et al.*, 2004). Some-se a isto a combinação de eventos naturais em larga e pequena escala. A exemplo: El Nino e aumento do nível do mar; eutrofização dos recifes e a introdução de espécies exóticas, respectivamente (Leão *et al.*, 2008; Leão *et al.*, 2010; Turra *et al.*, 2013), fazendo-se evidente a penúria da gestão destes ecossistemas.

O objetivo global da gestão dos recifes é manter a sua capacidade em fornecer bens ambientais e serviços, como a pesca, o turismo, a estética e os valores culturais que tragam bem-estar humano (Moberg & Folke, 1999). Face a necessidade da gestão destes ecossistemas, este trabalho se encerra com a proposição de uma unidade biossociológica de manejo para a pesca artesanal no Litoral Norte da Bahia, com vistas à proteção dos ecossistemas recifais e das pessoas que dependem direta e indiretamente deles.

Para tal, considerou-se a análise da diversidade, abundância e níveis tróficos das espécies de peixes desembarcadas por esta frota (De Santana *et al.*, in press) e da ecologia reprodutiva de agregação para a posta das espécies de Lutjanidae estudadas no capítulo anterior, a principal família de peixes explorada na região, aqui usada como espécies-bandeira.

5.1.1 Revisão Sobre os Efeitos da Pesca em Ambientes Recifais

Efeitos Biológicos

Tradicionalmente, os efeitos da pesca são discutidos com base na remoção da biomassa e como esta atua sobre as características da história de vida das espécies, na estrutura genética dos estoques, bem como nas consequências sobre o seu potencial reprodutivo. Para muitos teleósteos, processos que dependem do tamanho, resultam no decréscimo da mortalidade natural dos maiores e mais velhos exemplares, impondo uma pressão seletiva que trabalha de maneira oposta aos agentes de mortalidade por pesca (Berkeley *et al.*, 2004b).

Ao fenômeno de remoção de indivíduos de maiores classes de idade via pesca se denomina mutilação de idades (Longhurst, 1998). Aparecem como consequências a afetação da periodicidade reprodutiva (Winters & Wheeler, 1996), a diminuição do recrutamento potencial das espécies (Scott *et al.*, 2006), a produção de ovos de baixa qualidade e perda da sincronia do assentamento das larvas em condições favoráveis no ambiente (Berkeley *et al.*, 2004a).

A retirada prolongada de indivíduos de melhor condição conduz à diminuição da idade de maturação e ao crescimento da fecundidade (Rochet *et al.*, 2000), o que resulta no aumento da quantidade de indivíduos menores e mais jovens nas pescarias multiespecíficas (Jennings *et al.*, 1998), como são as de ambientes recifais.

No entanto, a curta vida reprodutiva desses indivíduos pode levar a uma grande instabilidade no tamanho da população (Beverton, 1990), gerando uma coorte de novos recrutas de menor diversidade genética, repetindo o modelo subjacente de que somente poucos adultos de boa condição passam com sucesso seu genoma a cada nova coorte (Berkeley *et al.*, 2004b).

Quando as taxas de mortalidade natural são baixas, uma ou poucas classes de idades fortes pode manter stocks ao longo de várias temporadas reprodutivas em condições ambientais favoráveis, mas essa eficiência se reduz quando a mortalidade de adultos é alta (Warner & Chesson, 1985),

A fecundidade de um indivíduo aumenta quase linearmente com a massa do corpo e geometricamente com respeito ao comprimento, o que corresponde à função declarada

da idade (Wootton, 1990). Esta relação se deve ao fato de que peixes grandes possuem maior volume corpóreo para guardar ovos, mas também destinam uma alta proporção do estoque energético à produção deles (Berkeley *et al.*, 2004b), havendo evidências de que características fenotípicas do estoque reprodutor, como idade e tamanho, influem na periodicidade e duração da reprodução (Wright & Trippel, 2009).

Indivíduos mais velhos geralmente desovam mais cedo e por mais tempo que os mais jovens (Cordell, 2007) e a época de posta dos mais experimentados ocorre com as melhores condições ambientais para garantir a qualidade do assentamento das larvas (Berkeley *et al.*, 2004a). Tem-se evidências de que, na estrutura e dinâmica de comunidades de peixes recifais, o número de ovos é dependente da densidade populacional (Forrester *et al.*, 2011), da mesma forma que da variabilidade no tempo e espaço do recrutamento (Sale, 1982).

Outro efeito, estudado principalmente em pescarias multiespecíficas, é o denominado *fishing down marine food web*, o qual se refere à capacidade que a pesca tem de romper com a estrutura biológica das teias tróficas, em particular nos ecossistemas compostos por longas cadeias (Pauly *et al.*, 1998), um traço característico dos ecossistemas recifais. Este fenômeno se traduz na depleção de predadores de topo que atinge de forma drástica, espécies de níveis tróficos inferiores (Baum *et al.*, 2003; Christensen *et al.*, 2003; Robbins *et al.*, 2006; Bellwood *et al.*, 2004).

Predadores de topo possuem alta biomassa, baixa diversidade e densidade, o que os tornam mais vulneráveis às mudanças induzidas pela pesca (Pears *et al.*, 2006) e possuem muito mais ligações tróficas do que sua abundância numérica pode predizer, indicando os efeitos potenciais em toda a estrutura da comunidade (Floeter *et al.*, 2007).

Em ambientes recifais, a baixa biomassa de peixes nos desembarques representa tanto uma possível extinção por pesca de predadores de topo quanto uma forte exploração de outros níveis tróficos, primariamente carnívoros e herbívoros (Friedlander & DeMartini, 2002; Myers *et al.*, 2007).

A remoção de peixes herbívoros pode resultar em crescimento excessivo de algas que torna o sistema hostil ao recrutamento de corais (Steneck, 2009; Dulvy *et al.*, 2004) e à medida que a resistência de um sistema coralino se corrói, a resiliência trás configurações alternativas (Bellwood *et al.*, 2004), diminuindo a extensão das redes tróficas e perda de biomassa. Os peixes piscívoros, como é a maioria dos Lutjanidae,

compõe um conjunto de espécies menos resilientes, e portanto tendem a ser rapidamente esgotados pela exploração.

Os efeitos da ruptura das cadeias tróficas têm sido demonstrados em ecossistemas recifais sob diferentes pressões pesqueiras (McManus *et al.*, 2000). Talvez, a demonstração mais impactante destes efeitos seja a capacidade de modificação da estrutura populacional através das PPEs (Campbell & Pardede, 2006; Friedlander & DeMartini, 2002). Como operam fora das normas naturais que governam as populações e ecossistemas, a pesca não é apenas outro predador de topo, e suas consequências são potencialmente desestabilizadoras (Trites *et al.*, 2006).

Ao longo das três últimas décadas, diferentes autores vêm dando sua contribuição sobre a vulnerabilidade dos recifes sob os efeitos da pesca (Russ & Peter, 2002; Koslow *et al.*, 1988; Watson *et al.*, 1996). Apesar disto, muitos dos estudos visando detectar tendências de mudança na composição das espécies da pesca comercial, raramente cobrem mais de cinco anos de observações (Harris & Poiner, 1991) e a fotografia dos impactos poderia ter sido subestimada.

Efeitos Socioambientais

A despeito de que a pesca reduza a abundância e mutile a distribuição etária das espécies-alvo, acompanhantes ou descartadas, e que seus efeitos difiram em correspondência com a variação espacial da pressão de pesca (Sale *et al.*, 2006), a questão é que esta atividade é prioritariamente oriunda das PPEs de países em desenvolvimento (Chuenpagdee *et al.*, 2006).

Dezenas de estudos, datados entre 30 e 15 anos atrás, já revogavam sua importância mundial e primária para os países tropicais, porém somente nos últimos anos as PPEs passaram a receber um aumento na apreciação do seu valor para a segurança alimentar e na redução e prevenção da pobreza, por contribuírem entre 70% a 90% das capturas totais mundiais (FAO, 2012, 2008).

A partir daí, pode-se passar ao lado socioambiental dos efeitos da pesca, os quais discutem a consequência da sobreexploração dos recursos pesqueiros nas comunidades humanas, onde a reprodução sociocultural depende desta atividade (De Santana, 2001) e os efeitos perversos no estômago dos pescadores pela falta de manejo (Marques, 2001).

As PPEs são desenvolvidas em um entorno de pobreza e vulnerabilidade e seguem sendo ignoradas, onde os pobres já enfrentam um crescente hiato entre suprir e demandar peixes (Hall *et al.*, 2010).

Sob esta desoladora perspectiva, a costa Norte da Bahia provê o panorama típico das pescarias tropicais: vasta extensão territorial, multiespecificidade de artes, embarcações e espécies, signos da pobreza e vulnerabilidade das pescarias que operam distantes do poder político e “o poder de captura do pescador de baixa renda e com poucas alternativas de emprego” (Russ, 1991).

Onde há poucas alternativas, a pesca é comumente a espinha dorsal de comunidades marginalizadas em termos de suprimento de alimento e renda (Cordell, 2007), sendo as situações vividas, atrativos para a criação de armadilhas sociais.

Armadilha social é um conceito antigo, que caracteriza as "situações em que indivíduos ou mesmo sociedades inteiras se direcionam a um conjunto de relações que mais tarde se revelam como desagradáveis ou letais, onde eles mesmos não veem uma maneira fácil de voltar atrás ou de evitá-la" (Platt, 1973).

Para a pesca, as armadilhas sociais se relacionam com um estado de sobreexploração dos estoques com diversas consequências, que vão desde o incremento do esforço de pesca (Cinner, 2011), uso de artes ou estratégias mais daninhas aos ecossistemas (Jennings & Polunin, 1996b; Sousa *et al.*, 2008), requalificação de categorias comerciais das espécies sem interesse econômico (descarte) ao “adestramento” dos consumidores para estas novas espécies, incluindo até mudanças espaciais da área de pesca (Pincinato & Gasalla, 2010).

Não obstante ao exposto, destaque especial merece ser dado ao fenômeno de erosão do patrimônio cultural. De acordo com Diegues (1983b) e Begossi (1998), a erosão cultural favorece a perda da história, da arte e do conhecimento empírico, tão intensamente registrados e defendidos em sua importância ecológica e como pedra fundamental para o manejo dos ecossistemas.

Por estes motivos e efeitos, as medidas de gestão para mitigação dos implicações da pesca aqui discutidos foram condicionadas a três questões: ao sucesso reprodutivo das populações exploradas; a relação humana dos pescadores e seu objeto de exploração e sobre a diminuição dos bens e serviços resultantes dela.

5.1.2 Síntese Retórica Chistosa da História do Fortalecimento das Pescarias no Brasil

A história do fortalecimento da pesca no Brasil está fundamentada numa série de programas governamentais de incentivos fiscais e créditos rurais organizados para promover o desenvolvimento do setor pesqueiro e das comunidades que dele dependiam, iniciada na década de 60 e que perdura, entre uma pulsação e outra, até a presente data.

Naquela época, a ideia central do fortalecimento do setor era a industrialização das pescarias e a exportação da produção, composta sobretudo por camarões e lagostas. Assim, a maior parte das empresas de pesca foi criada no litoral centro-sul do Brasil, em base ao uso da arte de pesca redes de arrasto (Diegues, 1983b). Esta decisão se justificou na pobreza da pesca artesanal.

Em teoria, consequência da falta de tecnologia moderna e da resistência dos pescadores à inovação tecnológica, mas também motivada através do descobrimento, pela FAO, de “paraísos pesqueiros” em águas sul americanas, com estimativas de produção anual de 1.800.000 t de pescado (Diegues, 1983a), incrivelmente, entre as décadas de 1960 e 2000, a produção não ultrapassou as 700.000 t.

Entre as décadas de 60 e 80, houve um aumento na demanda pelo recurso diretamente proporcional ao aumento da produção industrial e da importação de produtos pesqueiros (Abdallah e Castello, 2003), sendo a década de 70 o auge dos incentivos fiscais.

Na década de 80, o setor pesqueiro passou por uma grave crise, quando a maioria das indústrias fechou suas portas em função da rápida sobrepesca dos bancos de camarões e de algumas espécies de peixes, além da recessão econômica que limitou o aporte dos incentivos (Diegues, 1999).

A década de 90 foi uma fase de estagnação na produção e se constata sobrepesca, dizimação dos bancos pesqueiros, aumento das importações e obviamente diminuição da rentabilidade, arrastando consigo o sucateamento da maior parte do parque industrial instalado nas décadas anteriores (Diegues, 2008). Pese a isto, a pesca artesanal, durante este período, seguia suprimindo 54,8% da produção nacional pesqueira (Brasil, 2000).

Concomitante ao período de incentivos (décadas de 80 e 90), os pesquisadores brasileiros dedicados ao estudo dos aspectos físicos e biológicos da plataforma continental brasileira, descreviam-na como estreita, de baixa piscosidade e com poucos pontos de ressurgência, os quais estavam localizados prioritariamente ao sul do país (Fonteles-Filho e Castro, 1990), região de aspectos intertropicais e, portanto, de águas mais produtivas que as tropicais, esta última maior área de massa d'água marinha do país.

Por sua vez, os sócio-antropologistas marinhos começaram a descrever a vulnerabilidade das comunidades tradicionais de pescadores (Marques, 2001; Diegues, 1983a, 1995) e sinalizar a necessidade de se separar as formas de gestão destas das que praticavam a agricultura (Maldonado, 1991; Diegues, 1995), já que neste período as comunidades marítimas eram estudadas com a utilização de conceitos e metodologias aplicadas às sociedades agrícolas ou rurais (Diegues, 1995).

Seguindo as mesmas ideias nacionais, os gestores do Litoral Norte da Bahia descreveram a sua produtividade pesqueira durante a década de 90 como a menor do estado, basicamente em função dos mesmos fatores: 1) Mão-de-obra específica desqualificada para esta atividade e 2) Número irrisório de embarcações voltadas para a pesca comercial (Bahia-Pesca, 1994).

Na década de 2000 cria-se legalmente o Programa Nacional de Financiamento para o Desenvolvimento e Modernização da Frota Nacional, denominado PROFROTA, cujo objetivo principal era formar uma frota oceânica e, mais uma vez, modernizar e equipar a frota pesqueira costeira, com o mesmo fim: aumentar as capturas, além de aumentar o consumo local de frutos do mar para atender as recomendações da FAO de consumo de proteínas, e triplicar o superávit, novamente via aumento das exportações no setor (Brasil, 2004).

Para este mesmo período (2000), começam a sair os relatórios iniciais do Programa REVIZEE, o primeiro e único programa de prospecção de recursos pesqueiros da Zona Exclusiva Econômica Brasileira, desenvolvido para provar o potencial do país em conhecer, explorar e manejar seus recursos e garantir a soberania de exploração em sua ZEE junto aos ditames da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento.

Os resultados do REVIZEE demonstraram que não foi possível encontrar nenhum estoque de peixes em volume suficiente que pudesse sustentar as capturas instigadas pela política de pesca do governo daquele período (Sunye et al., 2009), constatando sobreexploração de estoques tradicionais. Como, por exemplo, o dos Lutjanidae, incluindo as espécies *L. synagris*, *R. aurorubens* e *L. vivanus* (Klippel, 2005). Na década de 60 *L. synagris* constituía um dos estoques que se queria aumentar a produtividade (Costa et al., 2005).

Alguns outros estudos do REVIZEE geraram modelos preditivos onde o colapso dos estoques seria um fato se a corrente pressão de pesca se mantivesse aos mesmos níveis (Freire, 2005; Frédou et al., 2009b, a) e Hazin (2009), registrou que neste período o Brasil não era capaz de explorar mais do que 40% da sua cota de atuns e afins e que, para isso, era necessário conhecer mais sobre a biologia das espécies que o compunha.

Este cenário, Abdallah e Sumaila (2007) nominaram como uma política sem sentido, irracional. Usando o princípio de realidade, se poderia denomina-la como chistosa, por reincidente no método, ilusiva nos objetivos e carente de propósito associado às condições reais, principalmente por não ser delineada por subsídios científicos sobre a história de vida das espécies-alvo, de seus respectivos planos de manejo para acompanhamento da exploração das espécies e das implicações sociais e ambientais destas medidas. A política histórica reflete a deficiência efetiva da assistência e participação dos pescadores no seu desenvolvimento e aplicação, reconhecidos detentores dos aspectos ecológicos dos habitats pesqueiros.

E, para arrematar a paisagem, em 2013, o Brasil implementa um plano de expansão da aquicultura, modernização da pesca e fortalecimento da indústria e comércio pesqueiro por meio do "Plano Safra" que *“prevê investimentos de R\$ 4,1 bilhões; a meta é produzir dois milhões de toneladas anuais de pescado até 2014”* (Brasil, 2013).

Como observado, as maiores capturas na história do fortalecimento da pesca brasileira coincidiram com o período de maior incentivo fiscal. Uma prática dos governos de apoio financeiro, direto ou indireto, para o setor da pesca, denominado subsídios pesqueiros (Sumaila, 2012), os quais têm um impacto sobre os lucros das empresas de pesca, seja aumentando suas receitas (e.g., o apoio ao rendimento ou de preço) ou reduzindo os seus custos (e.g., o financiamento público de construção e manutenção do navio ou a prestação de isenções fiscais) (Sumaila, 2003).

Estima-se que, sem subsídios, grande parte da frota de arrasto de fundo em alto mar não seria economicamente viável (Sumaila et al., 2006), o que implica dizer que os subsídios estariam ou estão sendo pagos pelos próprios consumidores.

Na atualidade, sabe-se que a estratégia de subsídios fornecidos por governos do mundo ao seu setor de pesca é muito grande e que a maioria leva a sobreexploração e à pesca predatória (Sumaila et al., 2010). Comparativamente, as PPEs recebem menos incentivos governamentais que as pescarias em larga escala (Sumaila e Pauly, 2006).

5.2 Modelo da Pesca Artesanal nos Recifes do Litoral Norte da Bahia

Premissas sobre o manejo em ambientes tropicais

Durante o congresso sobre “Teoria e Manejo das Pescarias Tropicais”, (Pauly, 1982), concluiu-se que a falta de informação, a pouca documentação de muitos dos trabalhos realizados e a própria abundância de espécies destes ecossistemas são pontos que levam à aplicação de modelos de avaliação de stocks típicos de ambientes temperados para um contexto multiespecífico.

Ao princípio da década de 90, Hilborn & Walters (1992b) ponderavam sobre dois problemas limitantes na habilidade de manejar a maioria das pescarias de peixes ósseos : 1) A falta de conhecimento suficiente dos pesquisadores de modo a alcançar qualquer tipo de rendimento ótimo, fosse biológico, econômico ou social, e 2) A noção de que, por essa falta, havia um direito de realização de mais pesquisas, sem contudo apontar diretrizes para o manejo de um estoque. Três anos depois, a FAO (1995) ditava, em seu código de conduta para a pesca responsável, que “*a ausência de informação científica adequada não deveria ser usada como razão para pospor ou não se tomar medidas de conservação e manejo...*”.

Ao final desta mesma década, Johannes (1998) conclui que: “*estamos entrando na era do manejo preventivo dos estoques, devido a impossibilidade de coletar e processar dados de manejo, principalmente para a maioria dos países de longas extensões litorâneas, com pescarias tropicais e, via de regra, pobres*”. Ao tempo que descreveu a complexidade das pescarias, advogava que um manejo abaixo do nível ótimo era melhor que nenhum manejo. Dez anos depois, Hilborn (2007) reconhecia que a maioria dos exemplos de pescarias bem sucedidas são as industriais de países desenvolvidos com pesquisas de longa duração, associadas a programas e instituições governamentais que têm efetivo monitoramento e capacidade de execução.

A multiespecificidade das pescarias artesanais reflete versatilidade tecnológica, variabilidade geoespacial e biológica, além de uma alta capacidade de resiliência (refazer-se sobre si mesmo quando o sistema falha), ao mesmo tempo em que descreve uma atividade complexa em um ambiente complexo, que carece de unidades simples e fiáveis de gestão, capaz de atender aos requerimentos biológicos básicos de proteção da qualidade dos stocks, sem perder de vista a viabilidade econômica para as comunidades pesqueiras deles dependentes e suas relações sociais implícitas.

Exemplos de unidades simples e funcionais de manejo são as aplicadas em Quênia, abalizado na diversidade de artes de pesca (McClanahan & Mangi (2001) e em águas canadenses, fundamentado em níveis tróficos (Pauly *et al.*, 2001).

A descrição da ecologia reprodutiva da assembléia de Lutjanidae e a análise espacial e tecnológica, da riqueza e abundância da diversidade taxonômica da pesca (De Santana *et al.*, in press), proveu elementos sobre a forma de exploração pesqueira recifal no Litoral Norte da Bahia, a qual está claramente dividida em unidades⁶ distintas e interdependentes que formam três modelos de pesca:

A investigação sobre ecologia reprodutiva e níveis tróficos concluiu que a pescaria de linha está sustentada no Modelo Recifes Desconectados e Oceânicos, associado a

⁶ **Unidade espacial:** distância dos recifes em relação à costa (sensu Leão, Z. M. A. N.; Kikuchi, R. K. P. & Testa, T. 2003. Corals and coral reefs of Brazil. In: *Latin American Coral Reefs*, pp. 9-52. Ed. Cortés, J., Elsevier Science, Amsterdam.): **1) Recifes Costeiros:** aqueles localizados na plataforma continental interna e média, subclassificados como: a) Recifes conectados à costa ou adjacentes à linha de costa e b) Recifes desconectados da linha de costa, aqueles que ocorrem de um a dezenas de quilômetros fora de linha de costa; **2) Recifes Oceânicos:** que se desenvolvem na borda da plataforma continental até profundidades de 50 m;

Unidade tecnologia de deslocamento: 1) Pesca embarcada: a) Embarcada não motorizada e b) Embarcada motorizada, 2) Desembarcada.

Unidade tecnológica de prospecção e arte de pesca: a) Passiva: redes de espera, b) Ativa: tarrafas, redes de arrasto e c) Ativo-passiva: linha de mão (cevada/iscada);

Unidade de esforço: padronização ou não do esforço de pesca: a) Esforço padronizado em dias de mar, número de pescadores e arte de pesca e

Unidade biológica: estratégia reprodutiva de agregação para a posta: a) Agregação alimentar e/ou agregação de espécies residentes e b) Agregação transitórias para a posta.

monoespecificidade da arte de pesca, esforço de pesca padronizado, altos níveis tróficos dos desembarques e a estratégia agregação para a posta.

5.3 Estratégias de gestão para a pesca de linha em recifes desconectados e recifes oceânicos no Litoral Norte da Bahia

5.3.1 Unidade Biológica: Agregações para a Posta do Complexo Lutjanidae

A definição de agregação para a posta se baseou na abordagem ecológica, etológica e espacial feita por Domeier (2012).

De acordo com Sadovy-De Mitcheson & Erisman (2012), o maior valor adaptativo da agregação para a posta é a reunião temporal e espacial de machos e fêmeas dentro de um complexo sistema de acasalamento, sendo esta estratégia reprodutiva, importante no controle do desvio da abundância natural, no tamanho do corpo ou da proporção sexual populacional.

Populações marinhas locais são abertas e seu recrutamento é subsidiado pelas vizinhas (Sale *et al.*, 2006) e, peixes que podem mover-se para agregar dentro de um conjunto contíguo de manchas recifais, preservam a integridade das populações locais e sua estrutura metapopulacional (Kritzer & Sale, 2006).

Agregar para a posta, possibilita vantagens adaptativas incluindo sincronização para a desova, condições para a fertilização e assentamento das larvas, além do efeito antipredação conferido pelos grandes cardumes (Sadovy-De Mitcheson & Colin, 2012b). A agregação representa uma importante fase da história de vida de diversas espécies recifais, na qual muitas ou todas as atividades reprodutivas ocorrem (De Mitcheson and Erisman, 2012). Pelo fato de serem exploradas durante a estação reprodutiva, onde o volume das capturas aumenta, são ainda mais sensíveis. Por isso, a maioria das espécies que agrega para a posta é naturalmente vulnerável ao não manejo (Reynolds *et al.*, 2005).

Filogeneticamente diversas, as agregações para a posta realizam migrações coletivas e envolvem grandes movimentos de biomassa de diferentes níveis tróficos através de largas extensões recifais (Sadovy-De Mitcheson & Colin, 2012a). A previsibilidade espacial e temporal das agregações, juntamente com a de altos rendimentos, com baixo esforço de pesca, as tornam atraentes para os pescadores (Johannes, 1978). Consequentemente, os impactos diretos da pesca sobre as espécies são diversos. O

efeito mais óbvio é a rápida depleção de adultos e a redução associada na produção de ovos (Sadovy and Domeier, 2005), que pode levar aos efeitos da mutilação de idades.

Peixes recifais são considerados como um complexo; e restrições que têm lugar às espécies individuais são ineficientes porque as protegidas continuam sendo capturadas e sofrem mortalidade quando se pesca as não sujeitas a restrições (Coleman *et al.*, 2000). A família Lutjanidae tem sido estudada tradicionalmente como um complexo interespecífico formado com espécies da família Serranidae (Coleman *et al.*, 2000; Arreguín-Sánchez *et al.*, 1996; Polovina & Ralston, 1987), e, mais recentemente, vem sendo estudada como um complexo coespecífico (Fredou, 2006).

Lutjanidae tem um papel ativo na dinâmica do fluxo energético e a perturbação no sistema pela sua retirada propaga impactos em diferentes modos através da cadeia trófica (Arreguin-Sanchez & Manickchand-Heileman, 1998). Pérez-España (2003) demonstrou que a retirada de lutjanídeos em ambientes de plataforma leva a uma menor resistência e persistência. Estes estudos ratificam a importância de predadores de topo no controle das relações tróficas em ambientes recifais e em questão, a importância das espécies da família Lutjanidae.

Então, para efeitos de manejo, a dominância de um complexo de espécies em uma pescaria pode ser considerada favorável, porque outras espécies seriam beneficiadas por uma gestão baseado na proteção de apenas um grupo.

5.3.2 Manejo por Unidade Tecnológica de Deslocamento e de Prospeção

No Litoral Norte da Bahia esta unidade é composta pela frota motorizada, a qual atua maiormente sobre recifes costeiros desconectados da costa e oceânicos, explorando, de forma acentuada, espécies demersais de comportamento gregário e que são capturadas essencialmente com a arte de pesca - linha de mão. Este conjunto define unidade de gestão central: *pesca de linha em ambientes recifais desconectados da costa e oceânicos sobre agregações para a posta*.

Nesta zona, o complexo Lutjanidae dirige a dinâmica da frota e compreende o grupo de espécies mais abundantes em termos de CPUE, seguidas pelas famílias Carangidae, Balistidae e Serranidae (De Santana *et al.*, in press). As demais estão incluídas como acessórias à pescaria dos lutjanídeos e são classificadas em categorias comerciais de

maior ou menor interesse econômico, mas não de menor interesse social para a pesca da região.

Ao salvar este complexo, os efeitos poderiam propagar-se em cascata operando de modo contrário aos de ruptura das cadeias tróficas. Mais especificamente, aqueles que, ao protegerem uma agregação para a posta, resguardariam também as espécies das famílias utilizadas como isca viva na captura das espécies-alvo (*Haemulon plumieri* (Lacepède, 1801), *Balistes vetula* (Linnaeus, 1758), *Malacanthus plumieri* (Bloch, 1786) e *Selar crumenophthalmus* (Bloch, 1793)), além daquelas da família Serranidae pertencentes ao complexo interespecífico Lutjanidae-Serranidae, por essência composta por espécies de grande valor comercial, longevas e predadoras de topo (*Epinephelus guttatus* (Linnaeus, 1758), *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834), *Mycteroperca interstitialis* (Poey, 1860)).

5.4. A Assembléia-Bandeira Lutjanidae à Conservação e ao Manejo da Pesca de Linha em Recifes Desconectados e Oceânicos no Litoral Norte da Bahia, Brasil

Existem dois tipos de dados que deveriam ser utilizados para identificação de espécies que agregam para a posta: 1) Dados indiretos: aqueles oriundos do conhecimento ecológico de pescadores experientes sobre as épocas de posta ou pré-posta e da ocorrência, em alguma época, de agregações e 2) Dados diretos: que são o registro da ocorrência de folículos pós-ovulatórios (POF), ovos hidratados, presença de ovos e larvas em diferentes estágios das espécies associadas ao evento, além do índice gonadossomático, comportamento de padrões de coloração, todos em uma alta porcentagem de indivíduos da agregação (Domeier & Colin, 1997; Domeier, 2012).

Evidências diretas

O projeto Dinâmica Populacional de Lutjanidae no Litoral Norte da Bahia, o qual originou esta tese, conduzido entre os anos 2008 a 2009 e que originou os dados para esta tese, detectou para esta o grupo: a ocorrência de POFs, ovos hidratados e também núcleos migratórios (outro signo de posta iminente), em altas porcentagens populacionais, marcadamente nos dos picos de fração de posta das espécies-bandeira, o que sinaliza evidências diretas na caracterização da estratégia.

Evidências indiretas

Como evidências indiretas, tem-se a descrição do fenômeno de arribação pelos pescadores, que se refere ao processo no qual indivíduos de uma mesma família ou espécie migram das zonas mais distantes e/ou profundas da costa com o objetivo de desovar ou se alimentar. De acordo com os pescadores, a arribada é um fenômeno típico de algumas espécies de Lutjanidae (*O. chrysurus*, *L. analis*, *L. jocu* e *L. synagris*), Serranidae (*Epinephelus* e *Mycteroperca*) e Carangidae (*Seriola* e *Caranx*).

Nesta região, o deslocamento da frota de linha de mão desenhou a movimentação espaço-temporal das espécies durante seu ciclo anual: expansão durante a estação de posta (agosto/outubro a abril) e retração durante os meses de maio a julho/setembro, esta última considerada como época teórica de dissolução reprodutiva da agregação.

Estas duas classes de evidências, são concluintes de que este modelo de gestão está fundamentado com base biológica e etnobiológica, portanto, pode ser usado como base para o desenho do plano de ações para a gestão das pescarias artesanais em recifes costeiros e oceânicos no Litoral Norte da Bahia.

De maneira ilustrativa, disponibilizamos as Figura 2, Figura 63, Figura 64 e Figura 65, para visualização da potência de agregações transitórias de algumas espécies de vermelhos em diferentes pontos de sua distribuição geográfica.



Figura 62: Registro da posta em uma agregação de *L. cyanopterus*, Belize, America Central (foto gentilmente cedida por © Doug Perrine/SeaPics.com)



Figura 63: Registro da migração para a posta em um agregação de *Symphorichthys spilurus*, Palau, Pacífico (foto gentilmente cedida por © Jiro Sakaue/School of Marine Bio-Life Sciences, Kitasato University)



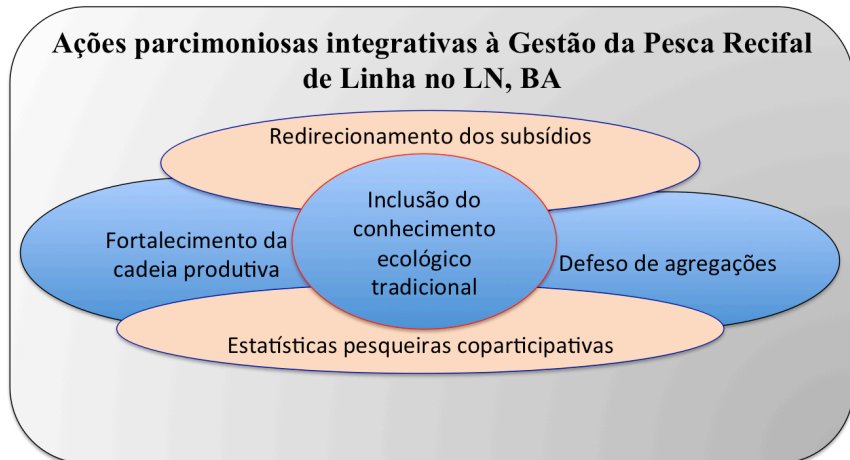
Figura 64: Fêmea, colorida e prateada, seguida por vários machos coloridos e escuros migrando ao sítio de posta (*S. spilurus*)

Figura 65: Posta: a distância entre a zona de pré-posta e desova é de 1,5 km, Palau, Pacífico (*S. spilurus*)

(Fotos gentilmente cedidas por © Jiro Sakaue/School of Marine Bio-Life Sciences, Kitasato University)

5.5 Ações para Conservação e Manejo da Pesca nos Recifes Desconectados e Oceânicos do Litoral Norte da Bahia

Decidir a abordagem de gestão ou conservação apropriada para uma pescaria depende da vulnerabilidade da espécie; quanto



esgotada estão suas agregações ou estoques e do risco

Figura 66: Diagrama das ações parcimoniosas integrativas à gestão da pesca artesanal em ecossistemas recifais no Litoral Norte da Bahia, Brasil

potencial de depleção (Russell *et al.*, 2012), evitando-se colapsos ecológicos e econômicos como ocorreram em numerosas e importantes pescarias ao longo do globo (Pauly *et al.*, 1998). Manejar não significa vetar, mas sim proteger para sempre se ter (Johannes, 1998).

A abordagem pode estar fundamentada na definição do rendimento máximo em peso de uma pescaria com base no esforço de pesca empregado (Sparre & Venema, 1998), ou através da relação entre a população parental e sua descendência (Marshall *et al.*, 2006).

A estratégia de gestão pode ainda ser direcionada pela avaliação dos efeitos em cascata de um estoque (Pennino *et al.*, 2011), ou através da busca de comunidades pesqueiras viáveis (Jentoft, 2000), ou num conjunto destas diferentes abordagens.

Partindo-se deste conjunto de informações e dos dados biológicos descritos ao longo desta tese, definiu-se um quadro de ações parcimoniosas integrativas que envolvem os aspectos bioecológicos, socioeconômicos e políticos tratados (Figura 66).

Época de defeso baseada na temporalidade dos picos de posta

Benefícios globais do estabelecimento de épocas de defeso sobre agregações para a posta de *Lutjanidae*

As prospecções de ictioplâncton realizadas pelo REVIZEE Nordeste indicaram a costa norte baiana como uma área de desova e crescimento de larvas de peixes (Lessa *et al.*, 2004b). Os picos de posta estão divididos entre a estação seca (setembro, novembro e fevereiro) e a chuvosa (abril e julho).

Os de seca ocorrem exatamente durante os meses correspondentes à época em que as principais correntes migratórias que fluem pela costa brasileira estão mais aquecidas e os de chuva, estão associados aos meses de maior eutrofização via lixiviação continental e afluência dos rios no LN/BA, logo, épocas mais piscosas, fato indicativo de que o maior núcleo agregador de desova está programada para proteger o assentamento das larvas em boas condições ambientais.

Como primeiro passo, e de modo cauteloso, uma veda sazonal deveria ser fixada ao longo de todo o Litoral Norte, já que o gênero *Lutjanus* forma agregações transitórias com amplas migrações às zonas de posta, que se sobrepõem a agregação do tipo residente de *Rhomboplites*. Informações recentes, os recifes destacados da costa e oceânicos foram considerados como de valor biológico e ecologicamente crítica aos efeitos da pesca (Figura 67) (Olavo *et al.*, 2011).

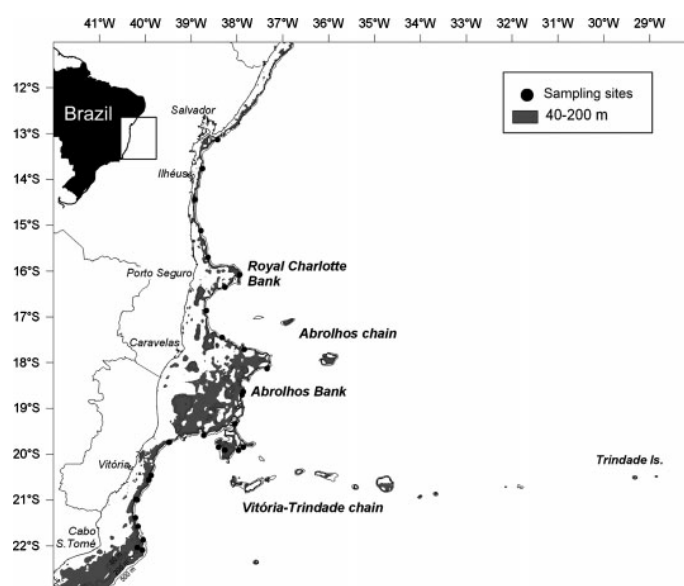


Figura 67: Perfil da costa brasileira que mostra a zona do bordo da plataforma (intervalo de profundidade 40-200 m), limite de talude superior (500 m) e bancos e montes submarinos. Pontos representam locais de coleta de pesca experimental realizadas pelo Programa REVIZEE (Fonte: Olavo et.al. 2011)

As famílias Malacanthidae e Serranidae são clados adjacentes e importantes à pescaria de Lutjanidae e possuem espécies hermafroditas. À pesca sobre agregações, tem sido imputadas como responsáveis por mudanças na proporção sexual em espécies hermafroditas (McGovern *et al.*, 1998; Coleman *et al.*, 1996).

Se estas usam agregações para reunir signos relativos à mudança de sexo, a remoção seletiva pode romper importantes estruturas sociais (Koenig *et al.*, 1996), o que poderia dissolvê-las como unidades reprodutivas funcionais, portanto a diminuição da pressão sobre estas famílias incidiria numa proteção primária preventiva, seguindo os moldes propostos por Johannes e pela FAO.

Veda preventiva do início e picos de posta

A arte de pesca linha de mão tem o potencial de influenciar nos altos níveis tróficos e pode levar ao fenômeno de ruptura de teias tróficas, uma vez que não se ajusta como as malhas de uma rede de arrasto ou de espera (Pauly *et al.*, 2001).

Por outro lado, a maioria das espécies exploradas pela frota motorizada em recifes desconectados e oceânicos é demersal e a pesca ocorre em altas profundidades ([40 – 300 m]). Consequência disto é a reversão da bexiga natatória, incapacitante de recuperação se os indivíduos forem devolvidos ao mar. Assim, o método de comprimentos

mínimos, que protege a idade de primeira maturação, não poderia ser aplicado aqui.

Uma alternativa para estes dois aspectos, a não seletividade da arte e a idade de primeira maturação,

seria a proteção preventiva dos picos de fração de posta. O comprimento médio das fêmeas em capacidade de posta foi de 26 a 30 cm na área de estudo, o que correspondente a idade de 8 a 10 anos para *L. synagris* (para dados chaves de idade-comprimento ver, (Lessa *et al.*, 2004a; Aschenbrenner, 2009) e 4 a 5 em *R. aurorubens* (Collins *et al.*, 2005; Johnson *et al.*, 2010), o que significa dizer que fêmeas maiores, portanto mais experimentados, estão sofrendo sobrepesca durante a estação de desova, um dado alarmante, pois possivelmente esta população já deva estar sob os efeitos da mutilação de idades.

A relação direta entre tamanho, condição como função da fecundidade das espécies-bandeira no LN/BA, são suficientes como indicativos de que proteger o início da posta e seus picos trabalharia no sentido de evitar os efeitos decorrentes da mutilação de idades e a produção de ovos.

Quando a pressão por pesca remove peixes experimentados, os novos recrutas não podem encontrar as agregações, as quais poderiam entrar em colapso como uma unidade funcional (Coleman *et al.*, 2000).

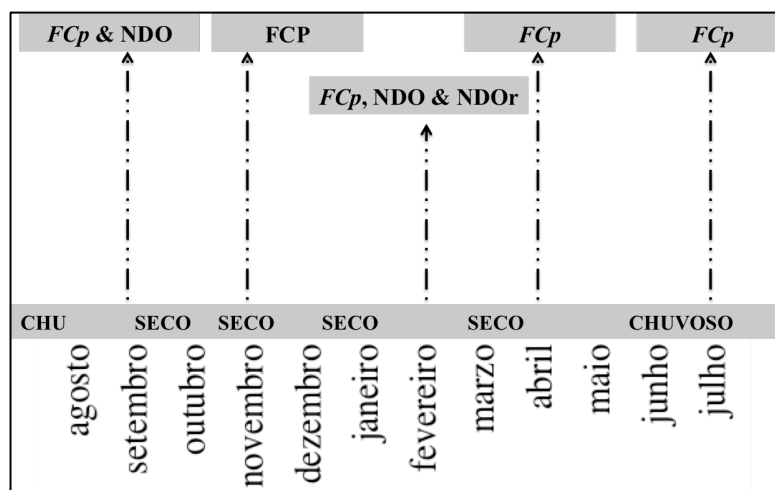


Figura 68: Mapa ilustrativo dos períodos de veda (setas) para as agregações de posta do complexo Lutjanidae em base aos picos de fração de posta ($FCp \geq 50\%$ da população reprodutora)

O estabelecimento de microépocas de proteção também facilitaria a fiscalização das épocas de defeso pelos atores implicados e os pescadores poderiam passar menos tempo de afastamento obrigatório de sua atividade. A Figura 68 ilustra os períodos de vedas para as agregações do complexo Lutjanidae com base aos picos de fração de posta.

Quando dados de uma pescaria são insuficientes, conhecer a distribuição de frequência dos comprimentos é um dos melhores indicadores da condição de um estoque, pois fornece indícios do seu estado: pode indicar se a pesca está insidindo sobre juvenis ou diminuindo o tamanho médio das capturas (Antonio Vázquez, comunicação pessoal).

Utilizando-se dados pretéritos da estrutura dos comprimentos das espécies-bandeira e das principais iscas (dados pessoais), foi identificada diminuição das modas de comprimento das capturas e também das médias de três espécies de Lutjanidae, com respeito ao período das coletas para este trabalho (junho/2008 a maio/2009, Tabela 40).

Ainda que esta compração tenha tido caráter exploratório, observa-se, além disto, que grandes tamanhos, pouco frequentes, parecem ter desaparecido da composição das capturas de todas as espécies (Figura 69), levando a reforçar a importância das séries temporais como ferramenta preventiva à defesa para de um recurso.

Tabela 40: Comprimentos mínimo, médio e máximo e valores modais das frequências de comprimento das cinco principais espécies desembarcadas no Litoral Norte da Bahia para dois períodos: dezembro de 1998 a dezembro de 2000 e junho de 2008 a maio de 2009

Espécies	<i>B. vetula</i>				<i>O. chrysurus</i>			
(cm)	1998	1999	2000	08-09	1998	1999	2000	08-09
Mínimo	19	8	8	295	200	10	18	21
Médio	36,5	34,2	35,6	36,1	36	36,6	37	34
Máximo	63	68	74	46	64	85	60	57
SD	60,9	45,3	73	32,5	64,9	84,9	57,9	41,81
Moda (s)	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	30,5

Espécies	<i>M. plumieri</i>				<i>L. vivanus</i>			
(cm)	1998	1999	2000	08-09	1998	1999	2000	08-09
Mínimo	21	17	10	27	20	10	11	16
Médio	39	42	37,5	39	32,5	32	32,4	28
Máximo	58	80	51	50,5	52	62	59	55
SD	59	93,7	54,2	50,8	51,2	7	73,3	41,4
Moda (s)	35,5	40,5	40,5	40,5	30,5	30,5	28	25,5

Espécies	<i>C. fulva</i>				<i>L. synagris</i>			
	1998	1999	2000	08-09	1998	1999	2000	08-09
Mínimo	17	16	12	17	16	17	19	12
Médio	27	26,5	26	27,5	34	29	30	27
Máximo	40	45	61	47,5	47	46	61	68
SD	44,8	40,2	53,4	42	65,6	49,5	68,5	48,2
Moda (s)	25,5	25,5	25,5	25,5	30,5	30,5	25,5	25,5

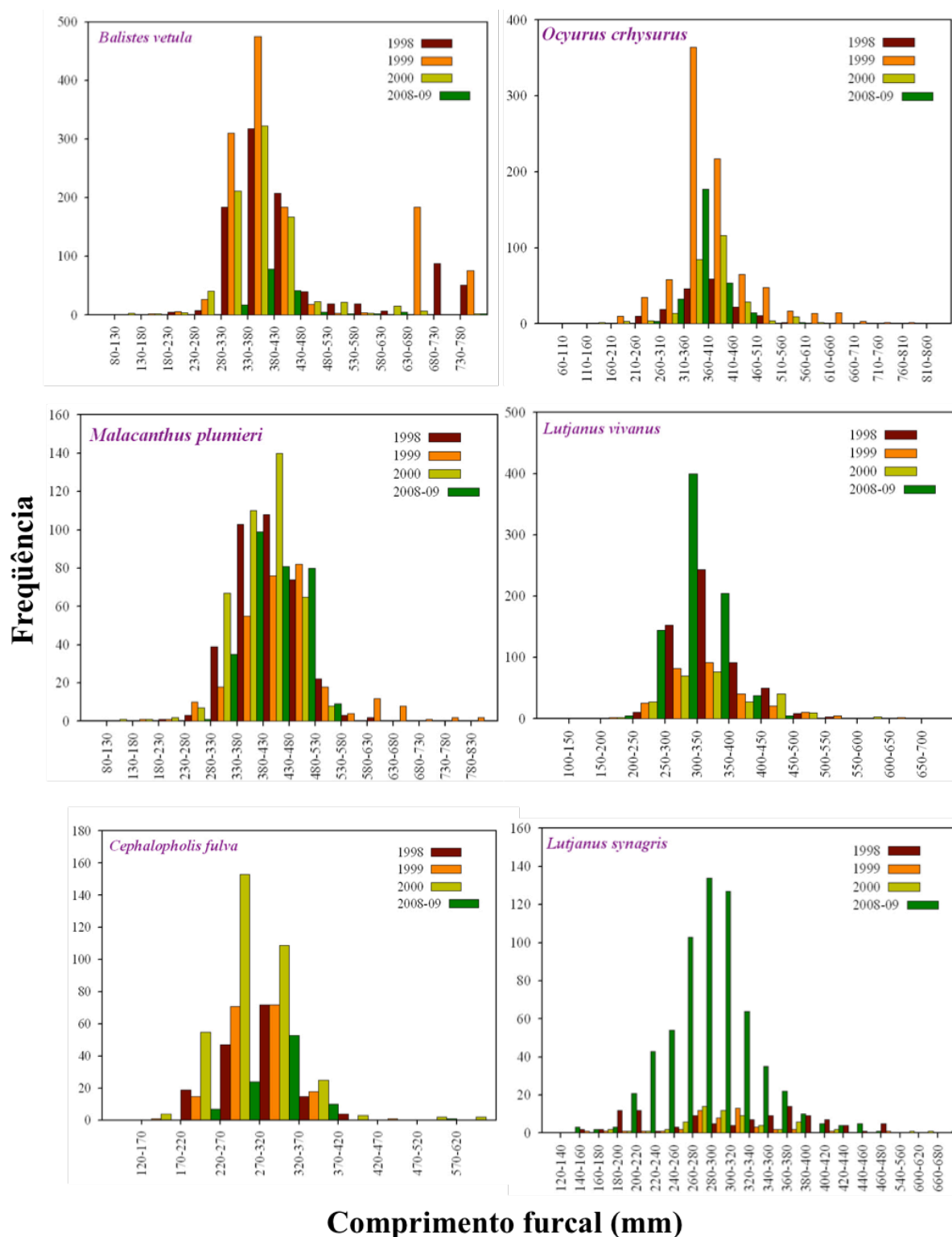


Figura 69: Distribuição da frequência de comprimentos para as espécies *B. vetula*, *O. chrysurus*, *M. plumieri*, *L. vivanus* e *R. aurorubens* em dois períodos distintos: dezembro de 1998 a dezembro de 2000 e junho de 2008 a maio de 2009 no Litoral Norte da Bahia

Inclusão Efetiva dos Pescadores na Gestão Espacial e Temporal dos Períodos de Defeso

Dado que o conhecimento tradicional ecológico dos pescadores é resultado da aprendizagem intergeracional secular, sua participação no sistema de gestão dos recursos não deveria sequer ser discutida, mas sim considerada como uma ferramenta chave em qualquer plano de manejo de qualquer espécie, participando desde a produção do conhecimento para o desenvolvimento, implantação e acompanhamento das estratégias de gestão dos recursos por eles explorados.

Já sabemos que os pescadores “possuem preferências” por determinadas espécies de peixes (Johannes, 1998), o que ocorre do mesmo modo nas pescarias do Litoral Norte da Bahia, contudo o estudo da diversidade e abundância desembarcada indicou taxas de descartes que podem ser consideradas nulas (De Santana, *et al.* in press). Qual a importância deste fato?

O intrincado sistema de categorias comerciais registrado na pesca artesanal no LN/BA (De Santana, 2001a) serve à transformação do esforço de pesca em moeda e cobre os gastos não computados ou percebidos em uma operação de pesca: abastecimento da embarcação, desembarque e traslado dos peixes são tarefas realizadas por jovens, pescadores aposentados ou destituídos de suas funções por problemas de saúde, que portanto, ou já estão fora do circuito da pesca ou são menos experientes.

Espécies geralmente utilizadas como isca ou de baixo valor comercial são usadas como pagamento a esta “mão-de-obra”. Esta transformação do esforço de pesca em moeda de troca indica um quadro de pobreza e vulnerabilidade que pode conduzir à formação de armadilhas socioecológicas como efeito da pressão de pesca e da ausência de um plano de manejo para as pescarias artesanais do Litoral Norte da Bahia.

Ao longo de todo o LN/BA não existe nenhum tipo de atracadouro para as embarcações e sua entrada é regida pelas marés (Figura 70). Em determinados pontos, como Poças e Siribinha, o acesso à área de desembarque é feita cruzando-se o encontro do estuário com o mar e a entrada dos pequenos barcos depende exclusivamente de uma habilidade extrema do mestre da embarcação, o qual controla a altura e direção das ondas, ademais da posição dos braços de mar, que mudam segundo a estação do ano.

Uma falha no sistema intuitivo ou condições ambientais muito desfavoráveis, podem levar a perdas irreparáveis (Figura 71).

Isto reforça a importância da participação dos atores na gestão das suas próprias vidas, e, pelo respeito e dependência que os mesmos demonstram ao mar, os pescadores seguem sendo os co-gestores mais indicados na construção, aplicação e fiscalização das estratégias de manejo dos peixes recifais do Litoral Norte da Bahia.

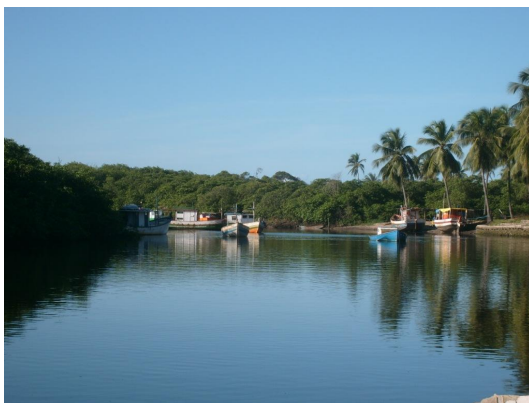


Figura 70: Área de atracamento dos barcos em um estuário de Poças, Conde, Litoral Norte da Bahia (Foto: ©Projeto Dinâmica Populacional de Teleostei no Litoral Norte da Bahia)



Figura 71: Restos da embarcação naufragada durante o retorno de uma operação de pesca, março de 2009, Litoral Norte da Bahia (Foto: ©Projeto Dinâmica Populacional de Teleostei no Litoral Norte da Bahia)

Redirecionamento dos Incentivos fiscais

Os incentivos fiscais deveriam ser pensados para renovação e modernização da frota artesanal, visando exclusivamente a segurança no trabalho, observando a obrigatoriedade de que uma frota moderna apresente: a) Em caráter urgencial: equipamento de segurança e comunicação; instalações para higiene e cuidado pessoal, das quais umas poucas embarcações estão providas; instalações para descanso dos pescadores, uma vez que estas pescarias duram, em média, quatro noites e instalações para o acondicionamento adequado do pescado.

As condições de trabalho são realmente perigosas, pouco humanas e insalubres, neste último caso, tanto para os pescadores, quanto para os consumidores (Figura 72 a Figura 79). Por outro lado, os incentivos fiscais deveriam ser também programados para ocupar-se do salário-defeso, o qual já é pago a todos os pescadores que exploram determinados recurso durante seu período de veda, a exemplo do camarão em todo o Nordeste e *Lutjanus purpureus* (Poey, 1866), em Pernambuco. Se os pescadores são

pagos porque não podem pescar, isso é uma assunção e legitimação de que eles compõem um grupo social pobre e vulnerável.



Figura 72: Resgate da embarcação utilizada durante uma operação de pesca. Poças, Conde, Litoral Norte da Bahia (Foto: IraSanta, ©Projeto Dinâmica Populacional de Teleostei no Litoral Norte da Bahia), após uma averia em alto mar



Figura 73: Carregamento de gelo, pré-embarque. Poças, Conde, Litoral Norte da Bahia (Foto: IraSanta, ©Projeto Dinâmica Populacional de Teleostei no Litoral Norte da Bahia)



Figura 74: Carregamento de água, pré-embarque. Poças, Conde, Litoral Norte da Bahia (Foto: IraSanta, ©Projeto Dinâmica Populacional de Teleostei no Litoral Norte da Bahia)



Figura 75: Acondicionamento do pescado em alto mar. Poças, Conde, Litoral Norte da Bahia (Foto: ©Projeto Dinâmica Populacional de Teleostei no Litoral Norte da Bahia)



Figura 76: Desembarque do pescado. Poças, Conde, Litoral Norte da Bahia (Foto: ©Projeto Dinâmica Populacional de Teleostei no Litoral Norte da Bahia)

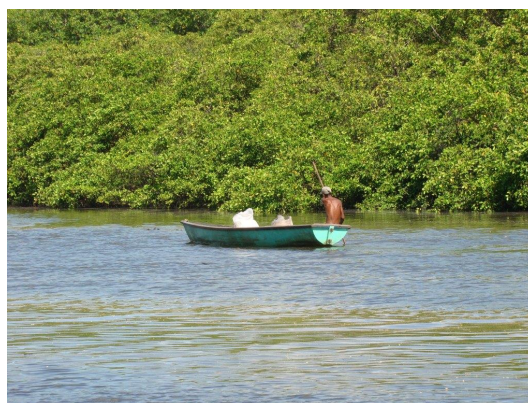


Figura 77: Translado do pescado em dias de maré alta através do estuário. Poças, Conde, Litoral Norte da Bahia (Foto: ©Projeto Dinâmica Populacional de Teleostei no Litoral Norte da Bahia)



Figura 78: Desembarque do pescado em dias de maré alta às margens do manguezal. Poças, Conde, Litoral Norte da Bahia (Foto: ©Projeto Dinâmica Populacional de Teleostei no Litoral Norte da Bahia)



Figura 79: Ponto de processamento e venda do pescado. Poças, Conde, Litoral Norte da Bahia (Foto: ©Projeto Dinâmica Populacional de Teleostei no Litoral Norte da Bahia)

Outra estratégia para um aproveitamento eficiente dos incentivos seria a qualificação das mulheres que são, na maioria dos casos, responsáveis pela comercialização da produção. Uma vez qualificadas, estas, detentoras de conhecimento básico sobre comércio, beneficiamento, manipulação e conservação de produtos, poderiam gerar alternativas para o escoamento da produção durante a época de baixa estação (outono e inverno) para as regiões circunvizinhas, estas sim de demanda contínua.

Com esta ação caberia a possibilidade de diminuir o papel do atravessador, que aumenta em cerca de 300% o valor de revenda do produto sem arcar com seus custos (De Santana, 2001a). Os atravessadores possuem um forte poder no controle de preços na fonte e do destino da produção, porque tem capital de giro e capacidade de

armazenamento por largas temporadas sem que o fato de ter peixes em estoque signifique perdas econômicas.

Esta medida poderia também incidir, do mesmo modo, em uma figura algo mais nefanda: o “dono do barco não pescador”. Uma figura alheia ao sistema, de características semelhantes as do atravessador em termos de inflação. Contudo, o “dono do barco não pescador” se comporta como “a empresa” das pescarias industriais, que controla a produção dos pescadores e a exploração dos recursos através de objetivos claros de produção.

Os pescadores são pagos em peixes e quem compra o peixe dos pescadores é o próprio “dono do barco não pescador...”, assumindo neste ponto da cadeia o papel de atravessador, retroalimentando um circuito de dependência financeira aguda e de estopim à manutenção de armadilhas socioambientais.

Dominar a cadeia produtiva da pesca em pescarias de pequena escala significa trabalhar em modo cooperativo, uma vez que uma das características deste sistema nesta zona é a essencialidade familiar ou de relações sociais próximas.

Estatísticas Pesqueiras Coparticipativas

Uma coleta séria e contínua de dados deveria ser parte de qualquer programa de inversão de fortalecimento e expansão de um setor. Marrul-Filho (2003) lista a descontinuidade das coletas de dados, falta de padronização e correspondência entre os estados, quanto aos nomes das categorias de pescados, equivalência de espécies, metodologia de cálculos e o tratamento dos dados de forma multiespecífica como os principais problemas.

Como sugestão para garantir a coleta contínua e de qualidade no tratamento dos dados para a estatística pesqueira, aqui há de se pensar no papel das instituições de pesquisa do Estado e da União, as quais possuem programas específicos para formação de jovens cientistas desde as séries iniciais do ensino médio, através das bolsas de Iniciação Científica Junior (IC-Junior), até bolsas de doutorado e desenvolvimento tecnológico regional, que entre si poderiam aproximar, através do ensino médio, as Universidades e Centros de Pesquisa com as Comunidades Tradicionais.

A criação de uma cota ou programa específico destinado a um programa com metas claras de coleta e análise de dados mínimos acerca da pesca no Litoral da Bahia,

montado dentro de uma rede de investigação entre as Universidades costeiras do Estado poderia ser implementado.

Projetos de Educação Ambiental poderiam ser levados a cabo como uma iniciativa e parceria entre Universidades e Comunidades, onde os interpretadores ambientais fossem esses investigadores Juniors, que também são portadores de conhecimento tradicional ecológico, reforçando a importância da comunidade no processo de gestão do seu próprio recurso, outra estratégia para evitar as armadilhas socioecológicas. Essa rede de gestão e manejo formada entre Universidades, Centro de Pesquisas e Comunidades Tradicionais de Pescadores garantiria a qualidade dos dados e da sua coleta, que se estenderia no tempo, permitindo que os planos de manejo implantados fossem reorganizados, de acordo à variabilidade biológica, ambiental e cultural.

As medidas citadas permitiriam também que os tipos de dados coletados e a sua sazonalidade fossem redirecionados ou adaptados em tempo real, quando detectados algum de tipo de incongruência, sem necessidade de se esperar por programas de montas altíssimas, como o REVIZEE, que, ainda com todos os méritos, se restringiu a uma fotografia pontual com defasagem entre cinco a 10 anos entre a coleta de dados e a apresentação dos resultados, que pretendia responder a uma pressão internacional e não a uma necessidade multifacetária nacional.

A implantação desta rede de gestão se comporta como uma alternativa que não demandaria astronomicamente aportes de recursos financeiros, mas sim a sua boa aplicação em questões que realmente avaliassem o estado dos recursos e propusessem mediadas mitigadoras e desaceleradoras do seu declínio.

Estima-se 350 mil pessoas envolvidas direta ou indiretamente com as PPEs no Litoral Norte da Bahia, entre jovens e adultos. Estas medidas trabalhariam como alternativa para diminuição do desligamento, principalmente dos jovens, da atividade pesqueira, redimensionando as possibilidades de participação em outras ações relacionadas à pesca, como a pesquisa, monitoramento e gestão, ao passo que ajudaria também a diminuir o êxodo aos grandes centros urbanos, que produz um impacto já conhecido e de desnecessária discussão neste momento. Outro aspecto importante diz respeito a “reapropriação” de um espaço desconfigurado, funcionando mais uma vez como estratégia contra as armadilhas socioecológicas.

5.6. Considerações finais

O manejo mais apropriado para uma pescaria em particular ou um complexo de espécies depende de fatores biológicos, sociais, políticos e econômicos, principalmente num cenário em que é apenas recente o reconhecimento global da necessidade de proteger as agregações para a posta e a importância do seu manejo para o uso humano.

Uma análise temporal da biologia das principais espécies exploradas ou, neste caso específico, daquelas que compõem o complexo congênere *Lutjanidae*, seguramente é requerida para definir adequadamente estratégias de manejo abalizados na variabilidade do sistema. Contudo, todos os resultados nos indicam que medidas urgentes devem ser tomadas e esperar por diversos e suficientes dados seria incorrer em erros passados, pondo em risco a resiliência deste complexo. Agregações para a posta são, por definição, extremamente vulneráveis à pesca, mas há exemplos de sucesso na gestão em diferentes pontos dos trópicos.

O uso de ações conjuntas parcimoniosas devem compor o plano de manejo para estas pescarias. Por este motivo, as diferentes aproximações feitas ao longo deste trabalho visaram a flexibilização deste processo e o estabelecimento de épocas de defeso segundo o modelo de pesca identificado, posto que aqui um unidade de gestão reflete a multiespecificidade das pescarias em ambientes recifais, desde o ponto de vista ecológico, tecnológico, político e humano.

Do mesmo modo, muito da dinâmica etnobiológica da pesca nesta região já é conhecida, também os seus atores, ainda que faltem informações sobre a ecologia das espécies, donde nasce a convicção de que esta unidade de gestão foi sensível em reunir diferentes peças do quebra-cabeça que é a pesca de linha recifal e, desde o ponto de vista biossocial e político, se encontrou uma estratégia de gestão viável.

Aparentemente simples, mas de implantação complicada desde o ponto de vista das políticas públicas para o setor pesqueiro, face a sua história de fortalecimento. Usou-se os meses onde se registram o início da época de posta, seus picos, protegendo mais indivíduos em capacidade e em atividade de desova, além de indivíduos maiores, consequentemente mais experimentados e de potencial reprodutivo superior. Isso, acoplado ao conhecimento tradicional, a longo prazo, poderia garantir a recomposição de um estoque reconhecidamente em estado de sobreexploração no Nordeste Brasileiro.

Finalmente, esta estratégia protegeria por um lado os peixes, suas relações tróficas subjacentes e seu potencial reprodutivo e, por outro, uma fatia da população costeira dependente exclusivamente desta atividade extrativista, com demasiados signos de pobreza e vulnerabilidade e detentora de um saber ecológico distante da capacidade de produção da ciência formal, por meio da oferta de uma possibilidade real da recuperação de um estoque em franco declínio.

6. Referencial Bibliográfico

- Aiken, K. Year. Aspects of reproduction, age and growth of the lane snapper, *Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758) in Jamaica coastal waters. In: *Proceedings of the 52nd Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, pp. 116 - 134.
- Allen, G. R. 1985. *Snappers of the world. An annotated and illustrated catalogue of Lutjanid species known to date*. FAO, Roma.
- Allen, G. R. 1995. *Lutjanus rufolineatus*, a valid species of snapper (Pisces, Lutjanidae) with notes on a closely allied species, *Lutjanus bouton*. **Revue française d'Aquariologie Herpétologie**: 11-13 pp.
- Allison, E. H. 1999. Contributions to ecology from the study of recruitment in fish populations. **Hydrobiologia**, 416: 1-11 pp.
- Allman, R. & Grimes, C. B. 2002. Temporal and spatial dynamics of spawning settlement, and growth of gray snapper (*Lutjanus griseus*) from west Florida shelf as determined from otolith microstructures. **Fishery Bulletin**, 100.
- Allman, R. J. 2007. Small-scale spatial variation in the population structure of vermilion snapper (*Rhomboplites aurorubens*) from the northeast Gulf of Mexico. **Fisheries Research**, 88: 88-99 pp.
- Allman, R. J.; Fitzhugh, G. R.; Starzinger, K. J. & Farsky, R. A. 2005. Precision of age estimation in red snapper (*Lutjanus campechanus*). **Fisheries Research**, 73: 123-133 pp.
- Alonso-Fernández, A. 2011. *Bioenergetics approach to fish reproductive potential: case of Trisopterus luscus (Teleostei) on the Galician Shelf (NW Iberian Peninsula)* Vigo, (PhD) - Departamento de Ecoloxía e Bioloxía animal; Instituto de Investigaciones Marinas (CSIC). Universidad de Vigo, Vigo.
- Alonso-Fernández, A.; Alis, J.; Grau, A.; Domínguez-Petit, R. & Saborido-Rey, F. 2011. The Use of Histological Techniques to Study the Reproductive Biology of the Hermaphroditic Mediterranean Fishes *Coris julis*, *Serranus scriba*, and *Diplodus annularis*. **Marine and Coastal Fisheries**, 3: 145-159 pp.
- Alonso-Fernández, A. & Saborido-Rey, F. 2011. Maternal influence on the variation of the reproductive cycle of *Trisopterus luscus* (Gadidae). **Ciencias Marinas**, 37: 619-632 pp.
- Alonso-Fernández, A.; Villegas-Ríos, D.; Valdés-López, M.; Oliveira-Domínguez, B. & Saborido-Rey, F. 2013. Reproductive biology of pollack (*Pollachius pollachius*) from the Galician shelf (north-west Spain). **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, 93: 1-13 pp.
- Amara, R.; Meziane, T.; Gilliers, C.; Hermel, G. & Laffargue, P. 2007. Growth and condition indices in juvenile sole *Solea solea* measured to assess the quality of essential fish habitat. **Marine Ecology Progress Series**, 351: 201-208 pp.
- Anderson, J. T. 1987. Systematics of the fishes of the family Lutjanidae (Perciformes: Percoidei), the snappers. In: *Tropical Snappers and Groupers: Biology and Fisheries Management*, p. 659. Ed. Polovina, J. J., & Ralston, S. Westview Press, Colorado.

- Antonio, K. & Beirlant, J. 2007. Actuarial statistics with generalized linear mixed models. **Insurance: Mathematics and Economics**, 40: 58-76 pp.
- Araújo, J. N. d.; Martins, A. S. & Costa, K. G. a. d. 2002. Idades e crescimento da cioba, *Ocyururs chrysurus*, da Costa Central do Brasil. **Brazilian Journal of Oceanography**, 50: 47-57 pp.
- Ardiwijaya, R.; Baird, A.; Kartawijaya, T. & Campbell, S. Year. Changes in reef fish biomass in Karimunjawa National Park: a test of the effectiveness of government gazette marine parks in Indonesia. In: *Proceedings of the 11th International Coral Reef Symposium*, pp. 1064-1068.
- Arellano-Martínez, M.; Rojas-Herrera, A.; García-Domínguez, F.; Ceballos-Vázquez, B. P. & Villalejo-Fuerte, M. 2001. Ciclo reproductivo del pargo lunarejo *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) en las costas de Guerrero, México. **Revista de biología marina y oceanografía**, 36: 1-8 pp.
- Argasinski, K. 2012. The dynamics of sex ratio evolution Dynamics of global population parameters. **Journal of theoretical biology**, 309: 134-146 pp.
- Armstrong, M. J. & Witthames, P. R. 2012. Developments in understanding of fecundity of fish stocks in relation to egg production methods for estimating spawning stock biomass. **Fisheries Research**, 117-118: 35-47 pp.
- Arreguin-Sanchez, F. & Manickchand-Heileman, S. 1998. The trophic role of lutjanid fish and impacts of their fisheries in two ecosystems in the Gulf of Mexico. **Journal of Fish Biology**, 53: 143-153 pp.
- Arreguín-Sánchez, F.; Munro, J. L.; Balgos, M. & Pauly, D. 1996. *Biology, Fisheries, and Culture of Tropical Groupers and Snappers: Proceedings of an EPOMEX/ICLARM International Workshop on Tropical Snappers and Groupers, Held at the University of Campeche, Campeche, Mexico, 26-29 October 1993*. The WorldFish Center.
- Aschenbrenner, A. C. 2009. *Idade, crescimento e mortalidade do Ariocó Lutjanus synagris (Linnaeus, 1758) capturado pela frota artesanal no Banco dos Abrolhos*. Ilhéus, Bahia, Master (Mestrado) - UESC. Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, Bahia.
- Bahia-Pesca. 1994. Perfil do Setor Pesqueiro da Bahia. p. 69. Salvador.
- Baskett, M. L.; Levin, S. A.; Gaines, S. D. & Dushoff, J. 2005. Marine Reserve Design and the Evolution of size at maturation in harveted fish. **Ecological Applications**, 15: 882-901 pp.
- Baum, J. K.; Myers, R. A.; Kehler, D. G.; Worm, B.; Harley, S. J. & Doherty, P. A. 2003. Collapse and conservation of shark populations in the Northwest Atlantic. **Science**, 299: 389-392 pp.
- Begossi, A. 1998. Property rights for fisheries at different scales: applications for conservation in Brazil. **Fisheries research**, 34: 269-278 pp.
- Begossi, B.; Salivonchyk, S. V.; Araujo, L. G.; Andreoli1, T. B.; Clauzet, M.; Martinelli1, C. M.; Ferreira, A. G. L.; Oliveira1, L. E. C. & Silvano, R. A. M. 2011. Ethnobiology of snappers (Lutjanidae): target species and suggestions for management. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, 7: 2 - 22 pp.

- Bellwood, D.; Hughes, T.; Folke, C. & Nyström, M. 2004. Confronting the coral reef crisis. **Nature**, 429: 827-833 pp.
- Berkeley, S. A.; Chapman, C. & Sogard, S. M. 2004a. Maternal age as a determinant of larval growth and survival in a marine fish, *Sebastes melanops*. **Ecology**, 85: 1258-1264 pp.
- Berkeley, S. A.; Hixon, M. A.; Larson, R. J. & Love, M. S. 2004b. Fisheries sustainability via protection of age structure and spatial distribution of fish populations. **Fisheries**, 29: 23-32 pp.
- Berkers, F.; Mahon, R.; McConney, P.; Pollnac, R. & Pomeroy, R. 2001. *Managing small-scale fisheries: alternative directions and methods*. International Development Research Centre, National Library of Canada, Canadá.
- Beverton, R. 1990. Small marine pelagic fish and the threat of fishing; are they endangered? **Journal of Fish Biology**, 37: 5-16 pp.
- Boardman, C. & Weiler, D. Year. Aspects of the life history of three deepwater snappers around Puerto Rico. In: *Proc. Gulf. Carib. Inst.*, pp. 158-172.
- Braga, F. M. S. 1986. Estudo entre fator de condição e a relação peso-comprimento para alguns peixes marinhos. **Rev. Brasil. Biol**, 46: 339-346 pp.
- Brewer, S.; Rabeni, C. & Papoulias, D. 2008. Comparing histology and gonadosomatic index for determining spawning condition of small-bodied riverine fishes. **Ecology of freshwater fish**, 17: 54-58 pp.
- Brewer, T. D.; Cinner, J. E.; Fisher, R.; Green, A. & Wilson, S. K. 2012. Market access, population density, and socioeconomic development explain diversity and functional group biomass of coral reef fish assemblages. **Global Environmental Change**, 22: 399-406 pp.
- Brown-Peterson, N. J.; Wyanski, D. M.; Saborido-Rey, F.; Macewicz, B. J. & Lowerre-Barbieri, S. K. 2011. A Standardized Terminology for Describing Reproductive Development in Fishes. **Marine and Coastal Fisheries**, 3: 52-70 pp.
- Brulé, T.; Collás-Marrufo, T.; Pérez-Díaz, E. & Sámano-Zapata, J. C. 2010. Red Snapper Reproductive Biology in the Southern Gulf of Mexico. **Transactions of the American Fisheries Society**, 139: 957-968 pp.
- Burton, M. L. 2002. Age, growth and mortality of mutton snapper, *Lutjanus analis*, from the east coast of Florida, with a brief discussion of management implications. **Fisheries Research**, 59: 31-41 pp.
- Bushnell, M. E.; Claisse, J. T. & Laidley, C. W. 2010. Lunar and seasonal patterns in fecundity of an indeterminate, multiple-spawning surgeonfish, the yellow tang *Zebrasoma flavescens*. **Journal of Fish Biology**, 76: 1343-1361 pp.
- Cable, J. & van Oosterhout, C. 2007. The impact of parasites on the life history evolution of guppies (*Poecilia reticulata*): The effects of host size on parasite virulence. **International Journal for Parasitology**, 37: 1449-1458 pp.
- CALADO-NETO, A. V.; SILVA, A. L. N. & MATTOS, S. M. G. 1997. Aspectos da dinâmica populacional da guaiuba, *Ocyurus chrysurus*, (Bloch, 1791), do litoral do estado de Pernambuco **Bol. Tec. Cient. CEPENE**, 5: 73 - 87 pp.

- Caló, C. F. F.; Schiavetti, A. & Cetra, M. 2009. Local ecological and taxonomic knowledge of snapper fish (Teleostei: Actinopterygii) held by fishermen in Ilhéus, Bahia, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, 7: 403 - 414 pp.
- Campbell, S. & Pardede, S. 2006. Reef fish structure and cascading effects in response to artisanal fishing pressure. **Fisheries Research**, 79: 75-83 pp.
- Cappo, M.; Eden, P.; Newman, S. J. & Robertson, S. 2000. A new approach to validation of periodicity and timing of opaque zone formation in the otoliths of eleven species of *Lutjanus* from the central Great Barrier Reef. **Fishery Bulletin**, 98: 474-488 pp.
- Carvalho-Filho, A. D. 1992. *Peixes da Costa brasileira*. Marca d'Água.
- Cervigño, F.; Cipriani, R.; Fischer, W.; Garibaldi, L.; Hendrickx, M.; Lemus, A. J.; Márquez, R.; Poutiers, J. M.; Robaina, G. & Rodríguez, B. 1992. *Guía de Campo de las Especies Comerciales Marinas y de Aguas Salobres de la Costa Septentrional de Sur America*. FAO, Roma.
- Chambers, R. C. & Trippel, E. A. 1997a. *Early life history and recruitment in fish populations*. Chapman and Hall, London.
- Chambers, R. C. & Trippel, E. A. 1997b. *Early life history and recruitment in fish populations*. Chapman and Hall, London.
- Choat, J. H. 2012. Spawning aggregations in reef fishes; ecological and evolutionary processes. In: *Reef Fish Spawning Aggregations: Biology, Research and Management*, pp. 85-116. Springer.
- Choat, J. H.; Robertson, D. R. & Peter, F. S. 2002. Chapter 3 - Age-Based Studies. In: *Coral Reef Fishes*, pp. 57-80. Academic Press, San Diego.
- Christensen, V. 1998. Fishery-induced changes in a marine ecosystem: Insight from models of the Gulf of Thailand. **Journal of Fish Biology**, 53: 128-142 pp.
- Christensen, V.; Guénette, S.; Heymans, J. J.; Walters, C. J.; Watson, R.; Zeller, D. & Pauly, D. 2003. Hundred-year decline of North Atlantic predatory fishes. **Fish and Fisheries**, 4: 1-24 pp.
- Chuenpagdee, R.; Liguori, L.; Palomares, M. L. D. & Pauly, D. 2006. Bottom-up, global estimates of small-scale marine fisheries catches. **Fisheries Centre Research Reports** 14.
- Chuenpagdee, R. & Pauly, D. Year. Small is beautiful? A database approach for global assessment of small-scale fisheries: preliminary results and hypotheses. In: *Reconciling Fisheries with Conservation: Proceedings of the Fourth World Fisheries Congress*, pp. 575 - 584. Ed. Nielsen, J. J., Dodson, K., Friedland, T. R., Hamon, J., and, M., & Vespoor, E. American Fisheries Society.
- CIMA. 1991. Subsídios técnicos para a elaboração do relatório nacional do Brasil para a CNUMA - Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. 170 pp.
- Cinner, J. 2011. Social-ecological traps in reef fisheries. **Global Environmental Change**, 21: 835-839 pp.
- Claro, R. 1982. Ecología y ciclo de vida de la biajaiba *Lutjanus synagris* (Linnaeus) en la plataforma cubana I. Identidad, distribución, hábitat, reproducción y alimentación. **Acad. Cienc. Cuba, Rep Invest. Inst. oceanol.**, 15: 1 - 34 pp.

- Claro, R. & García-Artega, J. P. 2001. Growth patterns of fishes of the Cuban shelf. *In: Ecology of the marine fishes of Cuba*, pp. 149 - 178. Ed. Claro, R. C., Lindeman, K. C., & Parenti, L. R. Smithsonian Institution Washington D.C., USA.
- Claro, R. & Lindeman, K. C. 2003. Spawning aggregation sites of snapper and grouper species (Lutjanidae and Serranidae) on the insular shelf of Cuba. **Gulf and Caribbean Research**, 14: 91-106 pp.
- Claro, R.; Lindeman, K. C. & Parenti, L. R. 2001. *Ecology of the marine fishes of Cuba*. Smithsonian Institution Press, Washington and London :.
- Claydon, J. 2004. Spawning aggregations of coral reef fishes: characteristics, hypotheses, threats and management. *In: Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, pp. 265-302. Ed. Gibson, R. N., Atkinson, R.J.A, Gordon, J.D.M. CRC Press, Townsville.
- Coleman, F.; Koenig, C. & Collins, L. A. 1996. Reproductive styles of shallow-water groupers (Pisces: Serranidae) in the eastern Gulf of Mexico and the consequences of fishing spawning aggregations. **Environmental Biology of Fishes**, 47: 129-141 pp.
- Coleman, F. C.; Koenig, C. C.; Huntsman, G. R.; Musick, J. A.; Eklund, A. M.; McGovern, J. C.; Sedberry, G. R.; Chapman, R. W. & Grimes, C. B. 2000. Long-lived Reef Fishes: The Grouper-Snapper Complex. **Fisheries**, 25: 14-21 pp.
- Colin, P. 2012. Timing and Location of Aggregation and Spawning in Reef Fishes. *In: Reef Fish Spawning Aggregations: Biology, Research and Management*, pp. 117-158. Ed. Sadovy de Mitcheson, Y., & Colin, P. L. Springer Netherlands.
- Collins, A. L.; Allman, R. J. & Lyon, H. M. 2005. Reproduction of vermilion snapper (lutjanidae: *Rhomboplites aurorubens*) from the northern and eastern Gulf of Mexico, 1991 - 2002. 9.
- Collins, L. A.; Johnson, A. G. & Keim, C. P. Year. Spawning and annual fecundity of the red snapper (*Lutjanus campechanus*) from the Northeastern Gul of Mexico. *In: Proceedings of an EPOMEX/ICLARM International Workshop on Tropical Snappers and Grouper*, pp. 59 - 73. Ed. Arreguín-Sánchez, F., Munro, J. L., Balgos, M. C., & Pauly, D. ICLARM and University of Campeche.
- Cordell, J. 1974. The lunar-tide fishing cycle in Northeastern Brazil. **Ethnology**, 13: 379-392 pp.
- Cordell, J. 1983. Locally managed sea territories in brazilian coastal fishing. Ed. by FAO. FAO, Rome.
- Cordell, J. 2007. A Sea of Dreams: Valuing Culture in Marine Conservation. **Berkeley: The**.
- Costa, A. P. R. & Souza, G. 2005. Indicadores quantitativos da biologia reprodutiva de fêmeas de piau-vermelho no Rio Paraíba do Sul. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, 40: 789-795 pp.
- Costa, P. A. S.; da Costa Braga, A. & da Rocha, L. O. v. F. 2003. Reef fisheries in Porto Seguro, eastern Brazilian coast. **Fisheries Research**, 60: 577-583 pp.
- COSTA-NETO, E. & MARQUES, J. G. W. 2000. Conhecimento ictiológico tradicional e a distribuição temporal e espacial de recursos pesqueiros pelos pescadores de Conde, estado da Bahia, Brasil. **Etnoecológica**, 4: 57 68 pp.

- Cren, E. D. L. 1951. The Length-Weight Relationship and Seasonal Cycle in Gonad Weight and Condition in the Perch (*Perca fluviatilis*). **Journal of Animal Ecology**, 20: 201-219 pp.
- Cuellar, N. 1996. Reproductive seasonality, maturation, fecundity, and spawning frequency of the vermilion snapper, *Rhomboplites aurorubens*, off the southeastern United States. **Fishery bulletin of the Fish and Wildlife Service**, 94: 635 pp.
- Cuellar, N.; Sedberry, G. R. & Wyanski, D. M. 1996. Reproductive seasonality, maturation, fecundity, and spawning frequency of the vermilion snapper, *Rhomboplites aurorubens*, off the southeastern United States. **Fishery Bulletin**, 94: 635-653 pp.
- Dalzell, P. 1996. Catch rates, selectivity and yields of reef fishing. *In: Reef Fisheries*, pp. 161-192. Ed. Polunin, N. V. C., & Roberts, C. M. Chapman and Hall, London.
- Dalzell, P.; Adams, T. J. H. & Polunin, N. V. C. 1996. Coastal fisheries in the Pacific islands. **Oceanography and Marine Biology**, 34: 395 - 531 pp.
- Davis, T. & West, G. 1993a. Maturation, reproductive seasonality, fecundity, and spawning frequency in *Lutjanus vittus* (Quoy and Gaimard) from the North Wst Shel of Australia. **Fishery Bulletin**, 91: 224 - 236 pp.
- Davis, T. L. O. & West, G. J. 1993b. Maturation, reproductive seasonality, fecundity, and spawning frequency in *Lutjanus vittus* (Quoy and Gaimard) from the North West Shelf of Australia. **Fishery Bulletin**, 91: 224-236 pp.
- De Mitcheson, Y. S. & Colin, P. L. 2012a. *Reef Fish Spawning Aggregation: Biology, Research and Management*. Springer Netherlands.
- De Mitcheson, Y. S. & Colin, P. L. 2012b. Species Case Studies. *In: Reef Fish Spawning Aggregations: Biology, Research and Management*, pp. 405-565. Ed. Sadovy de Mitcheson, Y., & Colin, P. L. Springer Netherlands.
- De Mitcheson, Y. S.; Cornish, A.; Domeier, M.; Colin, P. L.; Russell, M. & Lindeman, K. C. 2008. A Global Baseline for Spawning Aggregations of Reef Fishes
- Una Referencia Global para Agregaciones de Desove de Peces de Arrecifes. **Conservation Biology**, 22: 1233-1244 pp.
- De Nóbrega, M. F.; Kinas, P. G.; Ferrandis, E. & Lessa, R. P. 2009. Distribuição espacial e temporal da guaiúba *Ocyurus chrysurus* (Bloch, 1791) (Teleostei, Lutjanidae) capturada pela frota pesqueira artesanal na região nordeste do Brasil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, 4: 17 - 34 pp.
- De Santana, I. 1999. *Os peixes de Subaúma: uma visão preliminar das espécies desembarcadas pela pesca artesanal na APA do Litoral Norte da Bahia*. Feira de Santana, (Especialização) - Departamento de Ciências Biológicas. Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana.
- _____. 2001a. *A Pesca Artesanal na APA Litoral Norte da Bahia: um olhar sobre a exploração comercial da ictiofauna marinha e estuarina e sobre as relação pesca-pescador*. Dissertation/Thesis, Unpublished - UFPB.
- _____. 2001b. *A Pesca Artesanal na APA Litoral Norte da Bahia: um olhar sobre a exploração comercial da ictiofauna marinha e estuarina e sobre as relação pesca-pescador*. Dissertation/Thesis, Unpublished - Universidade Federal da Paraíba.

- Deaton, R. 2009. Effects of a parasitic nematode on male mate choice in a livebearing fish with a coercive mating system (western mosquitofish, *Gambusia affinis*). **Behavioural Processes**, 80: 1-6 pp.
- deBruyn, A. M. & Meeuwig, J. J. 2001. Detecting lunar cycles in marine ecology: periodic regression versus categorical ANOVA. **Marine ecology. Progress series**, 214: 307-310 pp.
- DeVlaming, V.; Grossman, G. & Chapman, F. 1982. On the use of the gonadosomatic index. **Comp. Biochem. Physiol.**, 73A: 31-39 pp.
- Dias, J. F.; Peres-Rios, E.; Chaves, P. D. T. C. D. & Rossi-Wongtschowski, C. L. D. B. 1998. Macroscopical analysis of ovaries of teleosts: Problems of classification and recommended procedures. **Revista Brasileira de Biologia** 55-69. pp.
- Dickerson, T. L.; Macewicz, B. J. & Hunter, J. R. 1992a. Spawning frequency and batch fecundity of chub mackerel *Scomber japonicus*, During, 1985. **CalCOFI Rep**, 33: 130 - 140 pp.
- Dickerson, T. L.; Macewicz, B. J. & Hunter, J. R. 1992b. Spawning frequency and batch fecundity of chub mackerel, *Scomber japonicus*, during 1985. **Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep**, 33: 130-140 pp.
- Dieckmann, U. & Heino, M. 2007. Probabilistic maturation reaction norms: their history, strengths, and limitations. **Marine Ecology Progress Series**, 335: 253-269 pp.
- Diedhiou, M. 2000. *Aspectos biológicos da guaiúba, Lutjanus chrysurus Bloch, 1791 (Perciformes: Lutjanidae) na costa nordeste do Brasil: idade-crescimento, reprodução, morfometria e pesca*. Recife, Master of Science (Master of Science) - Departamento de Oceanografia. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- DIEGUES, A. C. S. 1983a. *Pescadores, camponeses e trabalhadores do mar*. Ática, São Paulo.
- _____. 1983b. *Pescadores, camponeses e trabalhadores do mar*. Ática, São Paulo.
- Domeier, M. L. 2012. Revisiting spawning aggregations: definitions and challenges. In: *Reef Fish Spawning Aggregations: Biology, Research and Management*, pp. 1-20. Springer.
- Domeier, M. L. & Colin, P. L. 1997. Tropical Reef Fish Spawning Aggregations: Defined and Reviewed. **Bulletin of Marine Science**, 60: 698-726 pp.
- Dominguez-Petit, M. D. 2007. *Study on Reproductive Potencial of Merluccius merluccius in the Galician Shelf*. Vigo, (PhD) - Departamento de Ecología e Biología Animal. Universidade de Vigo, Vigo.
- Dulvy, N. K.; Freckleton, R. P. & Polunin, N. V. 2004. Coral reef cascades and the indirect effects of predator removal by exploitation. **Ecology letters**, 7: 410-416 pp.
- Écoutin, J.-M. & Albaret, J.-J. 2003. Relation longueur-poids pour 52 espèces de poissons des estuaires et lagunes de l'Afrique de l'Ouest. **Cybium**, 27: 3-9 pp.
- Elias, H. & Hyde, D. M. 1980. An elementary introduction to stereology (Quantitative microscopy). **The American Journal of Anatomy**, 159.
- Eltink, A. T. G. W. 1987. Changes in age—size distribution and sex ratio during spawning and migration of Western mackerel (*Scomber scombrus* L.). **Journal du Conseil: ICES Journal of Marine Science**, 44: 10-22 pp.

- Emerson, L.; Walker, M. G. & Witthames, P. 1990. A stereological method for estimating fish fecundity. **Journal of Fish Biology**, 36: 721-730 pp.
- Erzini, K. 1994. An empirical study of variability in length-at-age of marine fishes. **Journal of Applied Ichthyology**, 10: 17-41 pp.
- Eschmeyer, W. & Fricke, R. 2011. Catalog of Fishes electronic version (30 November 2011). Available on line at: <http://research.calacademy.org/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>. [Accessed: 30/XII/2011][Links].
- Evans, R.; Russ, G. & Kritzer, J. 2008. Batch fecundity of *Lutjanus carponotatus* (Lutjanidae) and implications of no-take marine reserves on the Great Barrier Reef, Australia. **Coral Reefs**, 27: 179-189 pp.
- Fagundes Netto, E. B.; Gaelzer, L. R.; Carvalho, W. F. & Costa, P. A. S. 2005. Prospecção de recursos demersais com armadilhas e pargueiras na região central da Zona Econômica Exclusiva entre Salvador-BA (13°S) e o Cabo de São Tomé-RJ (22°S). . In: *Pesca e potenciais de exploração de recursos vivos na região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira*, pp. 129-143. Ed. Costa, P. A. S. M., A. S.; Olavo, G. . Museu Nacional, Rio de Janeiro.
- FAO. 1995. Code of conduct for responsible fisheries.
- _____. 2008. *The state of world fisheries and aquaculture 2008*. FAO, Rome.
- _____. 2012. *The state of world fisheries and aquaculture 2012*. FAO, ROME.
- Fernandes, C. A.; de Oliveira, P. G.; Travassos, P. E. & Hazin, F. H. 2012. Reproduction of the Brazilian snapper, *Lutjanus alexandrei* Moura & Lindeman, 2007 (Perciformes: Lutjanidae), off the northern coast of Pernambuco, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, 10: 587-592 pp.
- Fernández, M. F. 1991. Aspectos reproductivos del chillo *Lutjanus vivanus* (Cuvier, 1828) (PISCES: Lutjanidae) en el oeste de Puerto Rico y sus implicaciones para el manejo pesquero.
- Ferreira, B. P. 1995. Reproduction of the common coral trout *Plectropomus leopardus* (Serranidae: Epinephelinae) from the central and northern Great Barrier Reef, Australia. **Bulletin of Marine Science**, 56: 653-669 pp.
- Finley, R. J. & Forrester, G. E. 2003. Impact of ectoparasites on the demography of a small reef fish.
- Fischer, E. & Hardison, P. 1987. The timing of spawning and egg production as constraints on male mating success in a simultaneously hermaphroditic fish. **Environmental Biology of Fishes**, 20: 301-310 pp.
- Fischer, W. & Bianchi, G. 1984. *FAO Species Identification Sheets for Fishery Purposes. Western Indian Ocean (Fishing Area 51)*. FAO, Rome. FAO.
- Floeter; Krohling, W.; Luiz Gasparini, J.; Ferreira, C. E. L. & Zalmon, I. R. 2007. Reef fish community structure on coastal islands of the southeastern Brazil: the influence of exposure and benthic cover. **Environmental Biology of Fishes**, 78: 147 pp.
- Floeter, S. R.; Halpern, B. S. & Ferreira, C. E. L. 2006. Effects of fishing and protection on Brazilian reef fishes. **Biological Conservation**, 121: 391 - 402 pp.

- Forrester, G.; Harmon, L.; Helyer, J.; Holden, W. & Karis, R. 2011. Experimental evidence for density-dependent reproductive output in a coral reef fish. **Population ecology**, 53: 155-163 pp.
- Frédou, T. & Ferreira, B. P. 2005. Bathymetric trends of northeastern Brazilian snappers (Pisces, Lutjanidae): implications for the reef fishery dynamic. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 48: 787-800 pp.
- Freitas, M. O. 2009. *Pesca artesanal e biologia reprodutiva do ariacó, Lutjanus synagris (Lutjanidae) no Banco de Abrolhos*. Ilhéus, Bahia, Master (Mestrado) - PPGSAT. Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, Bahia.
- Freitas, M. O.; de Moura, R. L.; Francini, R. B. & Minte Vera, C. V. 2011a. Spawning patterns of commercially important reef fish (Lutjanidae and Serranidae) in the tropical western South Atlantic. **Scientia Marina**, 75: 135-146 pp.
- Freitas, M. O.; Moura, R. L. d.; Francini-Filho, R. B. & Minte-Vera, C. V. 2011b. Spawning patterns of commercially important reef fish (Lutjanidae and Serranidae) in the tropical western South Atlantic. **Scientia Marina**, 75: 135-146 pp.
- Freitas, M. O.; Rocha, G. R. A.; Chaves, P. D. T. D. C. & De Moura, R. L. 2014. Reproductive biology of the lane snapper, *Lutjanus synagris*, and recommendations for its management on the Abrolhos Shelf, Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, 94: 1711-1720 pp.
- Friedlander, A. M. & DeMartini, E. E. 2002. Contrasts in density, size, and biomass of reef fishes between the northwestern and the main Hawaiian islands: the effects of fishing down apex predators. **Marine Ecology Progress Series**, 230: 253-264 pp.
- Froese, R. 2006. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. **Journal of Applied Ichthyology**, 22: 241-253 pp.
- Ganias, K. 2012a. Determining the indeterminate: Evolving concepts and methods on the assessment of the fecundity pattern of fishes. **Fisheries Research**.
- _____. 2012b. Thirty years of using the postovulatory follicles method: Overview, problems and alternatives. **Fisheries Research**, 117-118: 63-74 pp.
- _____. 2013. Determining the indeterminate: Evolving concepts and methods on the assessment of the fecundity pattern of fishes. **Fisheries Research**, 138: 23-30 pp.
- Ganias, K.; Nunes, C. & Stratoudakis, Y. 2007. Degeneration of postovulatory follicles in the Iberian sardine *Sardina pilchardus*: structural changes and factors affecting resorption. **Fishery Bulletin**, 105: 131-139 pp.
- García-Cagide, A. 1983. Datos sobre la reproducción de algunos peces comerciales del Golfo de Batabano. **Reporter de Investigación: Instituto de Oceanología**, 12.
- García-Cagide, A.; Claro, R. C. & Koshelev, B. V. 2001. Reproductive patterns of fishes of the Cuban shelf. In: *Ecology of the marine fishes of Cuba*, pp. 73 - 114. Ed. Claro, R., Lindeman, K. C., & Parenti, L. R. Smithsonian Institution, Washington D.C., USA.
- Gaudreau, N. & Boisclair, D. 2000. Influence of moon phase on acoustic estimates of the abundance of fish performing daily horizontal migration in a small oligotrophic lake. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences/Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques**, 57.

- Gerhardinger, L. C.; Marenzi, R. C.; Bertoncini, Á. A.; Medeiros, R. P. & Hostim-Silva, M. 2006. Local ecological knowledge on the goliath grouper *Epinephelus itajara* (teleostei: serranidae) in southern Brazil. **Neotropical Ichthyology**, 4: 441-450 pp.
- Gesteira, T. & Rocha, C. 1976. Estudo sobre a fecundidade do ariacó, *Lutjanus synagris* (Linnaeus), da Costa do Estado do Ceará (Brasil). **Arquivos de Ciências do Mar**, 16: 19 - 22 pp.
- Gladstone, W. & Westoby, M. 1988. Growth and reproduction in *Canthigaster valentini* (Pisces, Tetraodontidae): a comparison of a toxic reef fish with other reef fishes. **Environmental Biology of Fishes**, 21: 207-221 pp.
- Gómez, G.; Guzmán, R. & Chacón, R. 2001. Parámetros reproductivos y poblacionales de *Lutjanus synagris* en el Golfo de Paria, Venezuela (Reproductive and populational parameters of the lane snapper *Lutjanus synagris*, in the Gulf of Paria, Venezuela).
- Gómez, g. j.; Guzmán, R. A. & Marcano, L. A. 1996. Biological aspects of the yellow eye snapper (*Lutjanus vivanus*) (Pisces: Lutjanidae) from the Los Hermanos Islands, Eastern Venezuela. In: *Biology, fisheries and culture of tropical groupers and snappers*. Ed. Arreguín-Sánchez, F., Munro, J. L., Balgos, M. C., & Pauly, D. International Center for Living Aquatic resources Management (ICLARM) and Universidad Autónoma de Campeche, México, Manila, Philippines.
- Gonçalves, J.; Bentes, L.; Lino, P. G.; Ribeiro, J.; Canario, A. V. & Erzini, K. 1997. Weight-length relationships for selected fish species of the small-scale demersal fisheries of the south and south-west coast of Portugal. **Fisheries Research**, 30: 253-256 pp.
- Gonçalves, P.; Costa, A. M. & Murta, A. G. 2009. Estimates of batch fecundity and spawning fraction for the southern stock of horse mackerel (*Trachurus trachurus*) in ICES Division IXa. **ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil**, 66: 617-622 pp.
- Graham, R. T.; Carcamo, R.; Rhodes, K. L.; Roberts, C. M. & Requena, N. 2008. Historical and contemporary evidence of a mutton snapper (*Lutjanus analis* Cuvier, 1828) spawning aggregation fishery in decline. **Coral Reefs**, 27: 311-319 pp.
- Grandcourt, E. M.; Al Abdessalaam, T. Z. & Francis, F. 2006. Age, growth, mortality and reproduction of the blackspot snapper, *Lutjanus fulviflamma* (Forsskal, 1775), in the southern Arabian Gulf. **Fisheries Research**, 78: 203-210 pp.
- Green, B. S. 2008. Maternal effects in fish populations. **Adv Mar Biol**, 54: 1-105 pp.
- Grimes, C. 1987a. Reproductive biology of the Lutjanidae: a review. In: *Tropical Snappers and Groupers: biology and fisheries management.*, pp. 239-294. Ed. Polovina, J. J., & Ralston, S. T Westview, Colorado, USA.
- Grimes, C. B. 1978. Age, Growth, and Length-Weight Relationship of Vermilion Snapper, *Rhomboplites aurorubens* from North Carolina and South Carolina Waters. **Transactions of the American Fisheries Society**, 107: 454-456 pp.
- _____. 1987b. Reproductive biology of the Lutjanidae: a review. In: *Tropical Snappers and Groupers: Biology and Fisheries Management*, p. 659. Ed. Polovina, J. J., & Ralston, S. Westview Press, Colorado.
- Grimes, C. B. & Huntsman, G. R. 1980. Reproductive biology of the vermilion snapper, *Rhomboplites aurorubens*, from North Carolina and South Carolina. **Fishery Bulletin**, 78: 137-146 pp.

- Grüss, A.; Kaplan, D. M. & Robinson, J. 2013. Evaluation of the effectiveness of marine reserves for transient spawning aggregations in data-limited situations. **ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil**.
- Gulland, J. A. 1971. *Manual de Métodos para la Evaluación de las Poblaciones de Peces*.
- Haldorson, L. & Love, M. 1991. Maturity and fecundity in the rockfishes, *Sebastes spp.*, a review. **Marine Fisheries Review**, 53: 25-31 pp.
- Hall, S.; Dugan, P.; Allison, E. & Andrew, N. 2010. The End of the Line: Who is Most at Risk from the Crisis in Global Fisheries? **AMBIO**, 39: 78-80 pp.
- Harmer, S. L.; Panda, S. & Kay, S. A. 2001. Molecular bases of circadian rhythms. **Annual Review of Cell and Developmental Biology**, 17: 215-253 pp.
- Harris, A. & Poiner, I. 1991. Changes in species composition of demersal fish fauna of southeast Gulf of Carpentaria, Australia, after 20 years of fishing. **Marine Biology**, 111: 503-519 pp.
- Hendry, A. P. & Day, T. 2005. Population structure attributable to reproductive time: isolation by time and adaptation by time. **Molecular Ecology**, 14: 901-916 pp.
- Heyman, W. D.; Kjerfve, B.; Graham, R. T.; Rhodes, K. L. & Garbutt, L. 2005. Spawning aggregations of *Lutjanus cyanopterus* (Cuvier) on the Belize Barrier Reef over a 6 year period. **Journal of Fish Biology**, 67: 83-101 pp.
- Heyman, W. D. & Kjerfve, B. j. 2008. Characterization of Transient Multi-Species Reef Fish Spawning Aggregations at Gladden Spit, Belize. **Bulletin of Marine Science**, 83: 531-551 pp.
- Hilborn, R. 2007. Managing fisheries is managing people: what has been learned? **Fish and Fisheries**, 8: 285-296 pp.
- Hilborn, R.; Stokes, K.; Maguire, J.-J.; Smith, T.; Botsford, L. W.; Mangel, M.; Orensanz, J.; Parma, A.; Rice, J.; Bell, J.; Cochrane, K. L.; Garcia, S.; Hall, S. J.; Kirkwood, G. P.; Sainsbury, K.; Stefansson, G. & Walters, C. 2004. When can marine reserves improve fisheries management? **Ocean & Coastal Management**, 47: 197-205 pp.
- Hilborn, R. & Walters, C. J. 1992a. *Quantitative fisheries stock assessment: choice dynamics and uncertainty*. Chapman and Hall, Cop., New York, London.
- Hilborn, R. & Walters, C. J. 1992b. Quantitative fisheries stock assessment: Choice, dynamics and uncertainty. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, 2: 177-178 pp.
- Honj, R. M.; Vaz-Dos-Santos, A. M. & Rossi-Wongtschowsk, C. L. D. B. 2006. Identification of the stages of ovarian maturation of the Argentine hake *Merluccius hubbsi* Marini, 1933 (Teleostei: Merlucciidae): advantages and disadvantages of the use of the macroscopic and microscopic scales. **Neotrop. ichthyol. [online]**, 4 (3): 329-337 pp.
- Hood, P. B. & Johnson, A. K. 1999. Age, growth, mortality, and reproduction of vermilion snapper, *Rhomboplites aurorubens*, from the eastern Gulf of Mexico. **FISHERY BULLETIN-NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION**, 97: 828-841 pp.

- Houston, A. I.; Stephens, P. A.; Boyd, I. L.; Harding, K. C. & McNamara, J. M. 2007. Capital or income breeding? A theoretical model of female reproductive strategies. **Behavioral Ecology**, 18: 241-250 pp.
- Howard Choat, J.; Ross Robertson, D. & Peter, F. S. 2002. Chapter 3 - Age-Based Studies. In: *Coral Reef Fishes*, pp. 57-80. Academic Press, San Diego.
- Hsiao, S.; Greeley, M. S. & Wallace, R. A. 1994. Reproductive Cycling in Female *Fundulus heteroclitus*. **The Biological Bulletin**, 186: 271-284 pp.
- Hunter, J. & Macewicz, B. J. 1980. Sexual maturity, batch fecundity, spawning frequency, and temporal pattern of spawning for the northern anchovy, *Engraulis mordax*, during the 1979 spawning season. **CalCOFI Rep**, 21: 139-149 pp.
- Hunter, J. R. & Goldberg, S. R. 1980. Spawning incidence and batch fecundity in northern anchovy, *Engraulis mordax*. **Fish. Bull.**, 77: 641 - 652 pp.
- Hunter, J. R.; Lo, N. C. H. & Roderick, J. H. L. 1985. Batch fecundity in multiple spawning fishes. In: *An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy, Engraulis mordax.*, pp. 67-77. Ed. Lasker, R. U.S. Dep Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS.
- Hunter, J. R. & Macewicz, B. J. 1985a. Measurement of Spawning frequency in multiple spawning fishes. In: *An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy, Engraulis mordax.*, pp. 79-94. Ed. Lasker, R. U.S. Dep Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS
- _____. 1985b. Measurement of Spawning frequency in multiple spawning fishes. **NOAA Tech. Rep. NMFS**, 36: 79-94 pp.
- Hunter, J. R.; MaciAs-Zamora, R.; Lo, N. C. H. & Kimbrell, C. A. 1992. Fecundity, spawning, and maturity of female Dover sole *Microstomus pacificus*, with an evaluation of assumptions and precision **Fishery Bulletin of the Fish and Wildlife Service**, 90: 101 - 128 pp.
- Jackson, M. W.; Nieland, D. L. & Cowan, J. H. 2006. Diel spawning periodicity of red snapper *Lutjanus campechanus* in the northern Gulf of Mexico. **Journal of Fish Biology**, 68: 695-706 pp.
- Jalabert, B. 2005. Particularities of reproduction and oogenesis in teleost fish compared to mammals. **Reproduction nutrition development**, 45: 261-279 pp.
- Jennings, S. & Polunin, N. 1996a. Effects of fishing effort and catch rate upon the structure and biomass of Fijian reef fish communities. **Journal of Applied Ecology**: 400-412 pp.
- Jennings, S. & Polunin, N. V. 1996b. Impacts of fishing on tropical reef ecosystems. **Ambio**: 44-49 pp.
- Jennings, S.; Reynolds, J. D. & Mills, S. C. 1998. Life history correlates of responses to fisheries exploitation. **Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences**, 265: 333-339 pp.
- Jentoft, S. 2000. Legitimacy and disappointment in fisheries management. **Marine Policy**, 24: 141-148 pp.

- Johannes, R. 1978. Reproductive strategies of coastal marine fishes in the tropics. **Environmental Biology of Fishes**, 3: 65-84 pp.
- Johannes, R. E. 1998. The case for data-less marine resource management: Examples from tropical nearshore finfisheries. **Trends in Ecology and Evolution**, 13: 243-246 pp.
- Johnson, M. W.; Powers, S. P.; Hightower, C. L. & Kenworthy, M. 2010. Age, growth, mortality, and diet composition of vermilion snapper from the north-central Gulf of Mexico. **Transactions of the American Fisheries Society**, 139: 1136-1149 pp.
- Kadison, E.; Nemeth, R. S.; Herzlieb, S. & Blondeau, J. 2006. Temporal and spatial dynamics of *Lutjanus cyanopterus* (Pisces: Lutjanidae) and *L. jocu* spawning aggregations in the United States Virgin Islands. **Revista de Biología Tropical**, 54: 69-78 pp.
- Kamukuru, A. T. & Mgaya, Y. D. 2004. Effects of exploitation on reproductive capacity of blackspot snapper, *Lutjanus fulvivflamma* (Pisces: Lutjanidae) in Mafia Island, Tanzania. **African Journal of Ecology**, 42: 270-280 pp.
- Kennedy, J.; Gundersen, A. & Boje, J. 2009. When to count your eggs: Is fecundity in Greenland halibut (*Reinhardtius hippoglossoides* W.) down-regulated? **Fisheries Research**, 100: 260-265 pp.
- Kjesbu, O. S.; Solemdal, P.; Bratland, P. & Fonn, M. 1996. Variation in annual egg production in individual captive Atlantic cod (*Gadus morhua*). **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, 53: 610-620 pp.
- Klippel, S. 2005. *Assessment of lutjanid stocks at the eastern coast of Brazil: cohort analysis and Thompson and Bell length composition model*. Museu Nacional.
- Klippel, S.; Olavo, G.; Costa, P. A. S.; Martins, A. S. & Peres, M. B. 2005. Avaliação dos estoques de lutjanídeos da costa central do Brasil: análise de coortes e modelo preditivo de Thompson e Bell para comprimentos. In: *Pesca e potenciais de exploração de recursos vivos na região central da Zona Econômica Exclusiva Brasileira*, pp. 83 - 98. Ed. COSTA, P. A. S., MARTINS, A. S., & OLAVO, G. Museu Nacional, Rio de Janeiro.
- Knowlton, N. J. & Kjackson, J. B. C. 2001. The ecology of coral reefs. In: *Marine community ecology*. Ed. Bertness, M., Gaines, S., & Hay, M. M. c. e. Sinauer Associates, Sunderland.
- Koenig, C.; Coleman, F.; Collins, L.; Sadovy, Y. & Colin, P. Year. Reproduction in gag (*Mycteroperca microlepis* - Pisces: Serranidae) in the eastern Gulf of Mexico and the consequences of fishing spawning aggregations. In: *Biology, fisheries and culture of tropical groupers and snappers. ICLARM Conf. Proc.* 48, pp. 307-323.
- Koops, M. A.; Hutchings, J. A. & McIntyre, T. M. 2004. Testing hypotheses about fecundity, body size and maternal condition in fishes. **Fish and Fisheries**, 5: 120-130 pp.
- Koslow, J. A.; Hanley, F. & Wicklund, R. 1988. Effectas of fishing on reef fish communities at pedro Bank and Port Royal Cays, Jamaica. **Marine Ecology Progress Series**, 43: 201 - 212 pp.
- Koukkari, W. L. & Sothern, R. B. 2006. Tidal and Lunar Rhythms. In: *Introducing Biological Rhythms*, pp. 207-236. Springer Netherlands.

- Kraak, S. B. M. & Pen, I. 2002. Sex-determining mechanisms in vertebrates. *In: Sex ratios: concepts and research methods*, pp. 158 - 177. Ed. Hardy, I. C. W. Cambridge.
- Kritzer, J. P. & Davies, C. R. 2005. Demographic variation within spatially structured reef fish populations: when are larger-bodied subpopulations more important? **Ecological modelling**, 182: 49-65 pp.
- Kritzer, J. P. & Sale, P. F. 2006. The metapopulation ecology of coral reef fishes. **Marine metapopulations**: 31-67 pp.
- Kurita, Y.; Meier, S. & Kjesbu, O. 2003. Oocyte growth and fecundity regulation by atresia of Atlantic herring (*Clupea harengus*) in relation to body condition throughout the maturation cycle. **Journal of Sea Research**, 49: 203-219 pp.
- Lambert, T. C. & Ware, D. M. 1984. Reproductive Strategies of Demersal and Pelagic Spawning Fish. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, 41: 1565-1569 pp.
- Lambert, Y. 2008. Why Should We Closely Monitor Fecundity in Marine Fish Populations? **Journal of Northwest Atlantic Fishery Science**, 41: 93-106 pp.
- Leão, Z.; Kikuchi, R. K. P. & OLIVEIRA, M. D. M. 2008. Branqueamento de corais nos recifes da Bahia e sua relação com eventos de anomalias térmicas nas águas superficiais do oceano. **Biota Neotropica**, 8: 69 - 82 pp.
- Leão, Z. M. A. N.; Kikuchi, R. & Oliveira, M. D. 2010. Status of Eastern Brazilian coral reefs in time of climate changes. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, 5: 224-235 pp.
- Leão, Z. M. A. N.; Kikuchi, R. K. P. & Testa, T. 2003. Corals and coral reefs of Brazil. *In: Latin American Coral Reefs*, pp. 9-52. Ed. Cortés, J., Elsevier Science, Amsterdam.
- Lee, Y. D.; PARK, S.; Takemura, A. & Takano, K. 2002. Histological observations of seasonal reproductive and lunar-related spawning cycles in the female honeycomb grouper *Epinephelus merra* in Okinawan waters. **Fisheries science**, 68: 872-877 pp.
- Lessa, R. P.; Nóbrega, M. & Júnior, J. B. 2004a. Dinâmica de populações e avaliação de estoques dos recursos pesqueiros da região nordeste. **Volume II. DIMAR, Departamento de Pesca - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-Brasil**.
- _____. 2004b. *Dinâmica de populações e avaliação de estoques dos recursos pesqueiros da região nordeste*. Departamento de Pesca-Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-Brasil.
- Longhurst, A. 1998. Cod: perhaps if we all stood back a bit? **Fisheries Research**, 38: 101-108 pp.
- Longhurst, A. R. & Pauly, D. 2007. *Ecologia dos Oceanos Tropicais*. EDUSP.
- Lowe, S. A.; Fujioka, J. T. & Terry, J. M. 1991. Bioeconomic analysis of a minimum size limit for Gulf of Alaska sablefish using a yield per recruit model. **Fisheries Research**, 11: 307-320 pp.
- Lowerre-Barbieri, S.; Henderson, N.; Llopiz, J.; Walters, S.; Bickford, J. & Muller, R. 2009a. Defining a spawning population (spotted seatrout *Cynoscion nebulosus*) over temporal, spatial, and demographic scales. **Marine Ecology Progress Series**, 394: 231-245 pp.

- Lowerre-Barbieri, S. K. & Barbieri, L. R. 1993. A new method of oocyte separation and preservation for fish reproduction studies. **Fishery Bulletin**, 91: 165 - 170 pp.
- Lowerre-Barbieri, S. K.; Brown-Peterson, N. J.; Murua, H.; Tomkiewicz, J.; Wyanski, D. M. & Saborido-Rey, F. 2011a. Emerging Issues and Methodological Advances in Fisheries Reproductive Biology. **Marine and Coastal Fisheries**, 3: 32-51 pp.
- Lowerre-Barbieri, S. K.; Ganas, K.; Saborido-Rey, F.; Murua, H. & Hunter, J. R. 2011b. Reproductive Timing in Marine Fishes: Variability, Temporal Scales, and Methods. **Marine and Coastal Fisheries**, 3: 71-91 pp.
- Lowerre-Barbieri, S. K.; Henderson, N.; Llopiz, J.; Walters, S.; Bickford, J. & Muller, R. 2009b. Defining a spawning population (spotted seatrout *Cynoscion nebulosus*) over temporal, spatial, and demographic scales. **Marine Ecology Progress Series**, 394: 231-245 pp.
- Lowerre-Barbieri, S. K.; Lowerre, J. M. & Barbieri, L. R. 1998. Multiple spawning and the dynamics of fish populations: inferences from an individual-based simulation model. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, 55: 2244-2254 pp.
- Luckhurst, B. E. 2002. Recommendations for a Caribbean Regional Conservation Strategy for Reef Fish Spawning Aggregations.
- Luckhurst, B. E.; Dean, J. M. & Reichert, M. 2000. Age, growth and reproduction of the lane snapper *Lutjanus synagris* (Pisces : Lutjanidae) at Bermuda. **Marine Ecology Progress Series**, 203: 255 - 261 pp.
- Macchi, G. J. & Acha, E. M. 1999. Spawning frequency and batch fecundity of Brazilian menhaden, *Brevoortia aurea*, in the Río de la Plata estuary off Argentina an Uruguay. **Fish. Bull.**, 98: 283-289 pp.
- Macewicz, B. & Hunter, J. 1993. Spawning frequency and batch fecundity of jack mackerel, *Trachurus symmetricus*, off California during 1991. **CalCOFI Rep**, 34: 112-121 pp.
- Machado, L. F. 2003. *Uso do Habitat e Notas Sobre o Comportamento de Representantes da Família Lutjanidae (Teleostei) nos Estados da Paraíba e Bahia*. João Pessoa, Paraíba, Dissertação (Master) - Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Zoologia). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Paraíba.
- Magurran, A.; Khachonpisitsak, S. & Ahmad, A. 2011. Biological diversity of fish communities: pattern and process §. **Journal of fish biology**, 79: 1393-1412 pp.
- Mandarim-de-Lacerda, C. A. 2003. Stereological tools in biomedical research. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 75: 469-486 pp.
- Manickchand-Dass, S. 1987. Reproduction, age and growth of the lane snapper, *Lutjanus synagris* (LINNAEUS), in Trinidad, West Indies. **Bulletin of Marine Science**, 40: 22 - 28 pp.
- Manooch, C. S. 1987. Age and growth of snappers and groupers. In: *Tropical Snappers and Groupers and groupers: Biology and Fisheries Management*, p. 659. Ed. Polovina, J. J., & Ralston, S. Westview Press, Inc, Colorado, USA.
- Manooch, C. S. & Ralston, S. 1987. Age and growth of snappers and groupers. In: *Tropical snappers and groupers: biology and fisheries management*. Ed. Polovina, J. J., & Ralston, S. Westview Press, Colorado.

- Marques, J. G. W. 2001. *Pescando pescadores : ciência e etnociência em uma perspectiva ecológica*. NUPAUB/USP, São Paulo.
- Marrul-Filho, S. 2003. *Crise e Sustentabilidade no Uso dos Recursos Pesqueiros*. Edições IBAMA, Brasília.
- Marshall, C. T.; Needle, C. L.; Thorsen, A.; Kjesbu, O. S. & Yaragina, N. A. 2006. Systematic bias in estimates of reproductive potential of an Atlantic cod (*Gadus morhua*) stock: implications for stock-recruit theory and management. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, 63: 980-994 pp.
- Marshall, C. T.; O'Brien, L.; Tomkiewicz, J.; Köster, F. W.; Kraus, G.; Marteinsdottir, G.; Morgan, M. J.; Saborido-Rey, F.; Blanchard, J. L.; Secor, D. H.; Wright, P. J.; Mukhina, N. V. & Björnsson, H. 2003. Developing alternative indices of reproductive potential for use in fisheries management: Case studies for stocks spanning in information gradient. **Journal of Northwest Atlantic Fishery Science**, 33: 161-190 pp.
- Marshall, C. T. & Saborido Rey, F. 2003. Developing alternative indices of reproductive potential for use in fisheries management: Case studies for stocks spanning an information gradient. **Journal of Northwest Atlantic fishery science**.
- Marteinsdottir, G. & Thorarinnsson, K. 1998. Improving the stock-recruitment relationship in Icelandic cod (*Gadus morhua*) by including age diversity of spawners. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, 55: 1372-1377 pp.
- Martin, J. G. & Festa-Bianchet, M. 2011. Sex ratio bias and reproductive strategies: what sex to produce when? **Ecology**, 92: 441-449 pp.
- Martinez-Andrade, F. 2003. *A comparison of life histories and ecological aspects among snappers (Pisces: Lutjanidae)*. - Faculty of the Louisiana State university and Agricultural and Mechanical College in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy in The Department of Oceanography and Coastal Sciences by Fernando Martinez-Andrade BS, Universidad Autonoma Metropolitana,
- Martínez-Andrade, F. 2003. *A comparison of life histories and ecological aspects among snappers (Pisces: Lutjanidae)*. Louisiana, PhD (PhD) - The Department of Oceanography and Coastal Sciences. Louisiana State University and Agricultural and Mechanical college, Louisiana.
- MAY, P. & Pastuk, M. 1996. Turismo e áreas litorâneas: o caso da Bahia. In: *Gestão Ambiental no Brasil: experiência e sucesso*, pp. 265 - 298. Ed. LOPES, I. V., BASTOS-FILHO, G. S., & BILLER, D. B., M. Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro.
- McBride, R. S.; Stengard, F. J. & Mahmoudi, B. 2002. Maturation and diel reproductive periodicity of round scad (Carangidae: *Decapterus punctatus*). **Marine Biology**, 140: 713-722 pp.
- McClanahan, T. R. & Mangi, S. 2001. The effect of a closed area and beach seine exclusion on coral reef fish catches. **Fisheries Management and Ecology**, 8: 107-121 pp.
- McDermott, S. F.; Maslenikov, K. P. & Gunderson, D. R. 2007. Annual fecundity, batch fecundity, and oocyte atresia of Atka mackerel (*Pleurogrammus monopterygius*) in Alaskan waters. **Fishery Bulletin**, 105: 19-29 pp.

- McGovern, J. C.; Wyanski, D. M.; Pashuk, O.; Manooch II, C. S. & Sedberry, G. R. 1998. Changes in the sex ratio and size at maturity of gag, *Mycteroperca microlepis*, from the Atlantic coast of the southeastern United States. **Fishery Bulletin**, 96: 797-807 pp.
- McManus, J. W.; Meñez, L. A.; Kesner-Reyes, K. N.; Vergara, S. G. & Ablan, M. 2000. Coral reef fishing and coral-algal phase shifts: implications for global reef status. **ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil**, 57: 572-578 pp.
- McMillan, D. B. 2007. *Fish Histology: Female Reproductive Systems*. Springer Netherlands.
- Menezes, M. F. 1979. Aspectos da biologia e biometria do camgulo, *Balistes vetula* Linnaeus, no Nordeste do Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar**, 19: 57-68 pp.
- _____. 1985. Biologia pesqueira do camgulo, *Balistes vetula* Linnaeus: reprodução e crescimento. **Arquivos de Ciências do Mar**, 24: 53-59 pp.
- Mensah, J. V. & Antwi, B. K. 2002. Problems of artisanal marine fishermen in Ghana: the way ahead. **Singapore Journal of Tropical Geography**, 23: 217-235 pp.
- Millner, R.; Whiting, C.; Walker, M. G. & Witthames, P. 1991. Growth increment, condition and fecundity in sole (*Solea solea* (L.)) from the North Sea and eastern English Channel. **Netherlands Journal of Sea Research**, 27: 433-439 pp.
- MMA. 1997. Diretrizes Ambientais para o Setor Pesqueiro: diagnóstico e diretrizes para a pesca marítima, 1997. Disponível em.
- Moberg, F. & Folke, C. 1999. Ecological goods and services of coral reef ecosystems. **Ecological economics**, 29: 215-233 pp.
- Monteiro, A.; Vaske Júnior, R.; Lessa, R. P. & El-Deir, A. 1998. Exocoetidae (Beloniformes) off North-Eastern Brazil. **Cybium**, 22: 395 - 403 pp.
- Montes, M. J. F. 2003. *Fatores que influenciam na produtividade dos oceanos: a importância do fluxo de difusão dos nutrientes para a biomassa do fitoplâncton na região oceânica do nordeste brasileiro*. Recife, Pernambuco, PhD (Doutorado) - Departamento de oceanografia. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco.
- Morgan, M. J. & Trippel, E. A. 1996. Skewed sex ratios in spawning shoals of Atlantic cod (*Gadus morhua*). **ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil**, 53: 820-826 pp.
- Morlon, H.; White, E. P.; Etienne, R. S.; Green, J. L.; Ostling, A.; Alonso, D.; Enquist, B. J.; Hurlbert, A.; Magurran, A. E.; Maurer, B. A.; McGill, B. J.; Olff, H.; Storch, D. & Zillio, T. 2009. Taking species abundance distributions beyond individuals. **Ecology Letters**, 12: 488-501 pp.
- Morrison, C. M. 1990. Histology of cod reproductive tract. **Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences**, 110: 1-177 pp.
- Motta, F. S.; Gadig, O. B. F.; Namora, R. C. & Braga, F. M. S. 2005. Size and sex compositions, length-weight relationship, and occurrence of the Brazilian sharpnose shark, *Rhizoprionodon lalandii*, caught by artisanal fishery from southeastern Brazil. **Fisheries Research**, 74: 116-126 pp.

- Moura, R. L. & Lindeman, K. C. 2007a. A new species of snapper (Perciformes : Lutjanidae) from Brazil, with comments on the distribution of *Lutjanus griseus* and *L. apodus*. **Zootaxa**: 31-43 pp.
- Moura, R. L. & Lindeman, K. C. 2007b. A new species of snapper (Perciformes: Lutjanidae) from Brazil, with comments on the distribution of *Lutjanus griseus* and *L. apodus*. **Zootaxa**, 1422.
- Mourão, J. S. 2000. *Classificação e Ecologia de Peixes Estuarinos por Pescadores do Estuário do Rio Marnanguape* - PB. São Carlos, (PhD) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- Murdoch, W. W. 1994. Population regulation in theory and practice. **Ecology**, 75: 271-287 pp.
- Murua, H., G. K.; Saborido-Rey, F.; Witthames, P. R.; Thorsen, A. & Junquera, S. 2003. Procedures to Estimate Fecundity of Marine Fish Species in Relation to their Reproductive Strategymatic **J. Northw Atl. fish. Sci.**, 33: 33-54 pp.
- Murua, H. & Motos, L. 2006. Reproductive strategy and spawning activity of the European hake *Merluccius merluccius* (L.) in the Bay of Biscay. **Journal of Fish Biology**, 69: 1288-1303 pp.
- Murua, H. & Saborido-Rey, F. 2003. Female reproductive strategies of marine fish species of the North Atlantic. **J. Northwest Atl. Fish. Sci.** , 33: 23-31 pp.
- Myers, R. A.; Baum, J. K.; Shepherd, T. D.; Powers, S. P. & Peterson, C. H. 2007. Cascading effects of the loss of apex predatory sharks from a coastal ocean. **Science**, 315: 1846-1850 pp.
- Nagelkerken, I. & Gladstone, W. 2009. Conservation and Management of Tropical Coastal Ecosystems. In: *Ecological Connectivity among Tropical Coastal Ecosystems*, pp. 565-605. Springer Netherlands.
- Nanami, A.; Okuzawa, K.; Yamada, H.; Suzuki, N. & Aonuma, Y. 2010. Reproductive activity in the checkered snapper, *Lutjanus decussatus*, off Ishigaki Island, Okinawa. **Ichthyological Research**, 57: 314-318 pp.
- Nanami, A. & Yamada, H. 2009. Seasonality, lunar periodicity of settlement and microhabitat association of juvenile humpback red snapper *Lutjanus gibbus* (Lutjanidae) in an Okinawan coral reef. **Marine Biology**, 156: 407-414 pp.
- Nash; Kjesbu, O. S.; Trippel, E. A. & Finden, H. 2008. Potential Variability in the Paternal Contribution to Stock Reproductive Potential of Northeast Arctic Cod (*Gadus morhua*). **Journal of Northwest Atlantic fishery science**, 41: 71-83 pp.
- Nelson, J. S. 1994. *Fishes of the World*. John Wiley & Sons.
- Nelson, R. S. 1988. *A study of the life history, ecology, and population dynamics of four sympatric reef predators (Rhomboplites aurorubens, Lutjanus campechanus, Lutjanidae; Haemulon melanurum, Haemulidae; and Pagrus pagrus, Sparidae) on the East and West Flower Garden Banks, northwestern Gulf of Mexico*. - North Carolina State University,
- Nemeth, R. S. 2009. Dynamics of reef fish and decapod crustacean spawning aggregations: underlying mechanisms, habitat linkages, and trophic interactions. In: *Ecological Connectivity among Tropical Coastal Ecosystems*, pp. 73-134. Springer.

- _____. 2012. Ecosystem Aspects of Species That Aggregate to Spawn. In: *Reef Fish Spawning Aggregations: Biology, Research and Management*, pp. 21-55. Ed. Sadovy de Mitcheson, Y., & Colin, P. L. Springer Netherlands.
- Nemeth, R. S.; Blondeau, J.; Herzlieb, S. & Kadison, E. 2007. Spatial and temporal patterns of movement and migration at spawning aggregations of red hind, *Epinephelus guttatus*, in the US Virgin Islands. **Environmental Biology of Fishes**, 78: 365-381 pp.
- Newman, S. J.; Cappo, M. & Williams, D. M. 2000. Age, growth and mortality of the stripey, *Lutjanus carponotatus* (Richardson) and the brown-stripe snapper, *L. vitta* (Quoy and Gaimard) from the central Great Barrier Reef, Australia. **Fisheries Research**, 48: 263-275 pp.
- Newman, S. J.; Williams, M. D. & Russ, G. R. 1996. Age validation, growth and mortality rates of the tropical snappers (pisces: Lutjanidae) *Lutjanus adetii* (castelnau, 1873) and *L. quinquelineatus* (Bloch, 1790) from the central Great Barrier Reef, Australia. **Marine and Freshwater Research**, 47: 575 - 584 pp.
- Nunes, C.; Silva, A.; Soares, E. & Ganas, K. 2011. The Use of Hepatic and Somatic Indices and Histological Information to Characterize the Reproductive Dynamics of Atlantic Sardine *Sardina pilchardus* from the Portuguese Coast. **Marine and Coastal Fisheries**, 3: 127-144 pp.
- Núñez, J. & Duponchelle, F. 2009. Towards a universal scale to assess sexual maturation and related life history traits in oviparous teleost fishes. **Fish physiology and biochemistry**, 35: 167-180 pp.
- Ojeda-Serrano, E.; Appeldoorn, R. & Ruiz-Valentin, I. 2007. Reef fish spawning Aggregations of the Puerto Rico Shel. Final Report. Caribbean Coral Reef Institute (CCRI). 31 pp.
- Olavo, G. 2007. Estrutura de comunidades de peixes recifais na plataforma externa e talude superior da costa central brasileira: diversidade e distribuição batimétrica. **Biodiversidade da fauna marinha profunda na costa central brasileira. Rio de Janeiro, Museu Nacional**: 15-43 pp.
- Olavo, G.; Costa, P. A.; Martins, A. S. & Ferreira, B. P. 2011. Shelf-edge reefs as priority areas for conservation of reef fish diversity in the tropical Atlantic. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, 21: 199-209 pp.
- Orzack, S. H. & Hardy, I. C. W. 2002. *Using sex ratios: the past and the future Sex Ratios*. Cambridge University Press.
- Oskarsson, G. J.; Kjesbu, O. S. & Slotte, A. 2002. Predictions of realised fecundity and spawning time in Norwegian spring-spawning herring (*Clupea harengus*). **Journal of Sea Research**, 48: 59 - 79 pp.
- Óskarsson, G. J. & Taggart, C. T. 2006. Fecundity variation in Icelandic summer-spawning herring and implications for reproductive potential. **ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil**, 63: 493-503 pp.
- Paiva, M. P. & Fonteles-Filho, A. A. 1995. Produção e produtividade das pescarias de barcos lineiros na área de Abrolhos (Brasil) **Boletim Técnico do Instituto de Pesca**, 22: 22 pp.
- Panda, S.; Hogenesch, J. B. & Kay, S. A. 2003. Circadian light input in plants, flies and mammals. **Novartis Found Symp**, 253: 73-82; discussion 82-78, 102-109, 281-104 pp.

- Papageorgiou, N. K. 1979. The length weight relationship, age, growth and reproduction of the roach *Rutilus rutilus* (L.) in Lake Volvi. **Journal of Fish Biology**, 14: 529-538 pp.
- Parrish, J. K. 1999. Using behavior and ecology to exploit schooling fishes. **Environmental Biology of Fishes**, 55: 157-181 pp.
- Patiño, R. & Sullivan, C. 2002. Ovarian follicle growth, maturation, and ovulation in teleost fish. **Fish Physiology and Biochemistry**, 26: 57-70 pp.
- Pauly, D. Year. Studying single-species dynamics in a tropical multispecies context. In: *Theory and management of tropical fisheries. ICLARM Conference Proceedings*, pp. 33-70.
- Pauly, D. Year. Small-scale fisheries in the tropics: marginality, arginalization, and some implications for fisheries management. In: *Proc 20th Am. Fish Soc Symp: Global Trends-Fisheries Management*. Ed. E.K., P., D.D., H., & Sissenwine, M. American Fisheries Society.
- Pauly, D. 1998. Tropical fishes: Patterns and propensities. **Journal of Fish Biology**, 53: 1-17 pp.
- Pauly, D.; Christensen, V.; Dalsgaard, J.; Froese, R. & Torres, F. 1998. Fishing down marine food webs. **Science**, 279: 860-863 pp.
- Pauly, D.; Palomares, M. L.; Froese, R.; Sa-a, P.; Vakily, M.; Preikshot, D. & Wallace, S. 2001. Fishing down Canadian aquatic food webs. **Canadian journal of fisheries and aquatic sciences**, 58: 51-62 pp.
- Pavlov, D. A.; Emel'yanova, N. y. G. & Novikov, G. G. 2009. Reproductive Dynamics. In: *Fish Reproductive Biology*, pp. 48-90. Wiley-Blackwell.
- Pears, R. J.; Choat, J. H.; Mapstone, B. D. & Begg, G. A. 2006. Demography of a large grouper, *Epinephelus fuscoguttatus*, from Australia's Great Barrier Reef: implications for fishery management. **Marine Ecology Progress Series**, 307: 259-272 pp.
- Pennino, M. G.; Bellido, J. M.; Conesa, D. & López-Quílez, A. 2011. Trophic indicators to measure the impact of fishing on an exploited ecosystem. **Animal Biodiversity and Conservation**, 34: 123-131 pp.
- Pérez-España, H. 2003. Ecological importance of snappers in the stability of modeled coastal ecosystems. **Ecological modelling**, 168: 13-24 pp.
- Petersen, C. W.; Warner, R. R. & Peter, F. S. 2002. Chapter 5 - The Ecological Context of Reproductive Behavior. In: *Coral Reef Fishes*, pp. 103-118. Academic Press, San Diego.
- Pikitch, E. K.; Santora, C.; Babcock, E. A.; Bakun, A.; Bonfil, R.; Conover, D. O.; Dayton, P.; Doukakis, P.; Fluharty, D.; Heneman, B.; Houde, E. D.; Link, J.; Livingston, P. A.; Mangel, M.; McAllister, M. K.; Pope, J. & Sainsbury, K. J. 2004. Ecosystem-Based Fishery Management. **Science**, 305: 346-347 pp.
- Pincinato, R. B. M. & Gasalla, M. A. 2010. Priceless prices and marine food webs: Long-term patterns of change and fishing impacts in the South Brazil Bight as reflected by the seafood market. **Progress In Oceanography**, 87: 320-330 pp.
- Piñón, A.; Amezcua, F. & Duncan, N. 2009. Reproductive cycle of female yellow snapper *Lutjanus argentiventris* (Pisces, Actinopterygii, Lutjanidae) in the SW Gulf of

- California: gonadic stages, spawning seasonality and length at sexual maturity. **Journal of Applied Ichthyology**, 25: 18-25 pp.
- Platt, J. 1973. Social traps. **American Psychologist**, 28: 641-651 pp.
- Poisson, F.; Gaertner, J. C.; Taquet, M.; Durbec, J. P. & Bigelow, K. 2010. Effects of lunar cycle and fishing operations on longline-caught pelagic fish: fishing performance, capture time, and survival of fish. **Fish Bull.**: 268 - 281 pp.
- Polovina, J. J. & Ralston, S. 1987. *Tropical snappers and groupers: biology and fisheries management*. Westview Press, Boulder, USA.
- Polunin, N. V. C. & Roberts, C. M. 1996. *Reef fisheries*. Chapman & Hall, Great Britain.
- Querol, M. V. M.; Querol, E. & Gomes, N. N. A. Fator de condição gonadal, índice hepatossomático e recrutamento como indicadores do período de reprodução de *Loricariichthys platymetopon* (Osteichthyes, Loricariidae), bacia do rio Uruguai médio, sul do Brasil.
- Rakitin, A.; Ferguson, M. M. & Trippel, E. A. 1999. Sperm competition and fertilization success in Atlantic cod (*Gadus morhua*): effect of sire size and condition factor on gamete quality. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, 56: 2315-2323 pp.
- Randall, J. E. 1987. Introductions of Marine Fishes to the Hawaiian Islands. **Bulletin of Marine Science**, 41: 490-502 pp.
- Randall, J. E. 1995. *University of Hawaii Press Coastal Fishes of Oman*, Honolulu, Hawaii.
- RedCiencia. 2013. Características generales de la familia Lutjanidae en el Atlántico Occidental. Cuba.
- Reynolds, J. D.; Dulvy, N. K.; Goodwin, N. B. & Hutchings, J. A. 2005. Biology of extinction risk in marine fishes. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, 272: 2337-2344 pp.
- Rezende, S. M. & Ferreira, B. P. 2004. Age, growth and mortality of dog snapper *Lutjanus jocu* (Bloch & Schneider, 1801) in the northeast coast of Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, 52: 107-121 pp.
- Rezende, S. M.; Ferreira, B. P. & Frédou, T. 2003. A Pesca de lutjanídeos no Nordeste do Brasil: histórico das pescarias, características das espécies e relevância para o manejo. **Bol. Téc. Cient. CEPENE** 11: 56-63 pp.
- Rhodes, K. L.; Tupper, M. H. & Wichilmel, C. B. 2008. Characterization and management of the commercial sector of the Pohnpei coral reef fishery, Micronesia. **Coral Reefs**, 27: 443-454 pp.
- Rijnsdorp, A. D. 1993. Fisheries as a large-scale experiment on life-history evolution: disentangling phenotypic and genetic effects in changes in maturation and reproduction of North Sea plaice, *Pleuronectes platessa* L. **Oecologia**, 96: 391-401 pp.
- Rijnsdorp, A. D.; van Damme, C. J. G. & Witthames, P. R. 2010. Implications of fisheries-induced changes in stock structure and reproductive potential for stock recovery of a sex-dimorphic species, North Sea plaice. **ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil**, 67: 1931-1938 pp.

- Robbins, W. D.; Hisano, M.; Connolly, S. R. & Choat, J. H. 2006. Ongoing collapse of coral-reef shark populations. **Current Biology**, 16: 2314-2319 pp.
- Robertson, D. 1992. Patterns of lunar settlement and early recruitment in Caribbean reef fishes at Panama. **Marine Biology**, 114: 527-537 pp.
- Robertson, D. R. 1988. Extreme variation in settlement of the Caribbean triggerfish *Balistes vetula* in Panama. **Copeia**, 3: 698-703 pp.
- Robertson, D. R.; Petersen, C. W. & Brawn, J. D. 1990. Lunar Reproductive Cycles of Benthic-Brooding Reef Fishes: Reflections of Larval Biology or Adult Biology? **Ecological Monographs**, 60: 311-329 pp.
- Rocha, L. A. & Rosa, I. L. 1999. New species of *Haemulon* (Teleostei: Haemulidae) from the northeastern Brazilian coast. **Copeia**: 447-452 pp.
- Rochet, M.-J. 1998. Short-term effects of fishing on life history traits of fishes. **ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil**, 55: 371-391 pp.
- Rochet, M. J.; Cornillon, P. A.; Sabatier, R. & Pontier, D. 2000. Comparative analysis of phylogenetic and fishing effects in life history patterns of teleost fishes. **Oikos**, 91: 255-270 pp.
- Rojas, M. J. R. 1997. Fecundidad y reproducción del "pargo mancha" *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) Golfo de Nicoya, Costa Rica. **Rev. Biol. Trop.**, 44/45: 477-478 pp.
- Rollefsen, G. 1953. The Selectivity of Different Fishing Gear used in Lofoten. **Journal du Conseil**, 19: 191-194 pp.
- Rosário, A.; Rojas, J.; Piñeiro, E.; Figuerola, M.; Peña, N. & Torres, W. 2006. Reproductive Cycle and Maturation Size of Silk Snapper (*Lutjanus vivanus*).
- Rosenqvist, G. & Johansson, K. 1995. Male avoidance of parasitized females explained by direct benefits in a pipefish. **Animal Behaviour**, 49: 1039-1045 pp.
- Ross, R. M. 1978. Reproductive behavior of the Anemonefish *Amphiprion melanopus* on Guam. **Copeia**, 1978: 103 - 107 pp.
- Russ, G. R. & Peter, F. S. 2002. Chapter 19 - Yet Another Review of Marine Reserves as Reef Fishery Management Tools. *In: Coral Reef Fishes*, pp. 421-443. Academic Press, San Diego.
- Russell, M.; Luckhurst, B. & Lindeman, K. 2012. Management of Spawning Aggregations. *In: Reef Fish Spawning Aggregations: Biology, Research and Management*, pp. 371-404. Ed. Sadovy de Mitcheson, Y., & Colin, P. L. Springer Netherlands.
- Saborido-Rey, F. & Junqueira, S. 1998. Histological assessment of variations in sexual maturity of cod (*Gadus morhua* L.) at the Flemish Cap (north-west Atlantic). **ICES journal of marine science**, 55: 515 pp.
- Saborido-Rey, F.; Murua, H. & Macchi, G. J. 2011. Iberoamerican Symposium on reproduction Ecology, Recruitment and fisheries. **Ciencias Marinas**, 37: i - xii pp.
- Sadovy, Y. 1996. Reproduction of reef fishery species.
- London. *In: Reef fisheries*, pp. 15-59 Ed. Polunin, V. C., & Roberts, C. M. Chapman and Hall.

- Sadovy, Y. 2001. The threat of fishing to highly fecund fishes. **Journal of Fish Biology**, 59: 90-108 pp.
- Sadovy-De Mitcheson, Y. & Colin, P. 2012a. Conclusion. In: *Reef Fish Spawning Aggregations: Biology, Research and Management*, pp. 567-584. Ed. Sadovy de Mitcheson, Y., & Colin, P. L. Springer Netherlands.
- Sadovy-De Mitcheson, Y. & Colin, P. L. 2012b. Species Case Studies. In: *Reef Fish Spawning Aggregations: Biology, Research and Management*, pp. 405-565. Ed. Sadovy de Mitcheson, Y., & Colin, P. L. Springer Netherlands.
- Sadovy-De Mitcheson, Y. & Erisman, B. 2012. Fishery and biological implications of fishing spawning aggregations, and the social and economic importance of aggregating fishes. In: *Reef Fish Spawning Aggregations: Biology, Research and Management*, pp. 225-284. Springer.
- Sale, P. F. Year. The structure and dynamics of coral reef fish communities. In: *Theory and management of tropical fisheries. ICLARM Conference Proceedings*, pp. 241-253.
- Sale, P. F.; Hanski, I.; Kritzer, J. P.; Jacob, P. K. & Peter, F. S. 2006. The Merging of Metapopulation Theory and Marine Ecology: Establishing the Historical Context. In: *Marine Metapopulations*, pp. 3-28. Academic Press, Burlington.
- Sale, P. F. & Peter, F. S. 2002. Chapter 16 - The Science We Need to Develop for More Effective Management. In: *Coral Reef Fishes*, pp. 361-376. Academic Press, San Diego.
- Santamaría-Miranda, A.; Elordy-Garay, J. F.; Villalejo-Fuerte, M. & Rojas-Herrera, A. A. 2003. Desarrollo gonadal y ciclo reproductivo de *Lutjanus peru* (Pisces: Lutjanidae) en Guerrero, México. **Revista de Biología Tropical**, 5: 489-502 pp.
- Schorr, D. 2005. *Artisanal Fishing: Promoting Poverty Reduction and Community Development Through New WTO Rules on Fisheries Subsidies*. The United Nations Environment Programme (UNEP), Economics and Trade Branch (ETB), Geneva.
- Scott, B. E.; Marteinsdottir, G.; Begg, G. A.; Wright, P. J. & Kjesbu, O. S. 2006. Effects of population size/age structure, condition and temporal dynamics of spawning on reproductive output in Atlantic cod (*Gadus morhua*). **Ecological Modelling**, 191: 383-415 pp.
- Scott, S. G.; Zeldis, J. R. & Pankhurst, N. W. 1993. Evidence of daily spawning in natural populations of the New Zealand snapper *Pagrus auratus* (Sparidae). **Environmental Biology of Fishes**, 36: 149-156 pp.
- SEBRAE. 2008. <http://www.sebraemg.com.br/culturadacooperacao/associacoes/04.htm%3E>. SEBRAE.
- Seger, J.; Stubblefield, J. W. & Hardy, I. C. W. 2002. *Models of sex ratio evolution Sex Ratios*. Cambridge University Press.
- SEIA. 2008. <http://www.seia.ba.gov.br/apa/apalnorte/template01.cfm?idCodigo=106>. . Último acesso em 14 de julho de 2008
- , 2008. Disponível em.
- Silva-Júnior, L. A. d. 2009. *Pesca com covo e reprodução do ariacó *Lutjanus synagris* (Perciformes: Lutjanidae) na costa de Pernambuco*. Recife, Pernambuco, Master

(Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Oceanografia. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco.

Silvano, R. A. M.; MacCord, P. F. L.; Lima, R. V. & Begossi, A. 2006. When Does this Fish Spawn? Fishermen's Local Knowledge of Migration and Reproduction of Brazilian Coastal Fishes. **Environmental Biology of Fishes**, 76: 371-386 pp.

Simmons, C. 2008. *Gray triggerfish, Balistes capriscus, reproductive behaviour, early life history and competitive interactions between red snapper, Lutjanus campechanus, in the Northern Gulf of Mexico*. Auburn, Alabama, (Doctor) - Auburn University, Auburn, Alabama.

Solomon, F. N. & Ramnarine, I. W. 2007. Reproductive biology of white mullet, *Mugil curema* (Valenciennes) in the Southern Caribbean. **Fisheries Research**, 88: 133-138 pp.

Sousa, R. G. C.; Freitas, C. E. C.; Witkoski, A. C. & Brito, M. A. S. Year. Mudanças sociais na pesca artesanal: um estudo a partir da pressão sobre o estoque de tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818) do Lago Grande de Manacapuru (Amazônia). In: *IV Encontro Nacional da Anppas*.

Sparre, P. & Venema, S. C. 1998. *Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1: Manual*. FAO, Rome.

Starck, W. A. 1970. Biology of the gray snapper, *Lutjanus griseus* (Linnaeus), in the Florida Keys. **Stud. Trop. Oceanogr.**, 10: 1 - 150 pp.

Steneck, R. S. 2009. Marine conservation: moving beyond Malthus. **Current Biology**, 19: R117-R119 pp.

Suthers, I. M. 1998. Bigger? Fatter? Or is faster growth better? Considerations on condition in larval and juvenile coral-reef fish. **Australian Journal of Ecology**, 23: 265-273 pp.

Sutton, S. G.; Bult, T. P. & Haedrich, R. L. 2000. Relationships among Fat Weight, Body Weight, Water Weight, and Condition Factors in Wild Atlantic Salmon Parr. **Transactions of the American Fisheries Society**, 129: 527-538 pp.

Takemura, A.; Rahman, M.; Nakamura, S.; Park, Y. J. & Takano, K. 2004. Lunar cycles and reproductive activity in reef fishes with particular attention to rabbitfishes. **Fish and Fisheries**, 5: 317-328 pp.

Taylor, R. G.; Grier, H. J. & Whittington, J. A. 1998. Spawning rhythms of common snook in Florida. **Journal of Fish Biology**, 53: 502-520 pp.

Team, R. D. C. 2011. R. a language and environment for statistical computing. Ed. by Computing, R. F. f. S.

Teixeira, S. F.; Ferreira, B. P. & Padovan, I. P. 2004. Aspects of fishing and reproduction of the black grouper *Mycteroperca bonaci* (Poey, 1860) (Serranidae: Epinephelinae) in the Northeastern Brazil. **Neotropical Ichthyology**, 2: 19-30 pp.

Thompson, R. & Munro, J. L. Year. The biology, ecology and bionomics of the snappers, Lutjanidae. In: *Caribbean coral reef fishery resources*, pp. 94 -109. Ed. Munro, J. L. J.L. Munro

Thorrold, S. R. & Hare, J. A. 2002. Otolith Applications in Reef Fish Ecology. In: *Coral Reef Fishes*, pp. 243-264. Ed. Sale, P. S. Academic Press, San Diego.

- Thorsen, A. & Kjesbu, O. S. 2001. A rapid method for estimation of oocyte size and potential fecundity in Atlantic cod using a computer-aided particle analysis system. **Journal of Sea Research**, 46: 295-308 pp.
- Thresher, R. 1984. *Reproduction in reef fishes*. Neptune City, NJ.
- Thresher, R. E. 1994. *Reproduction in reef fishes*. T.F.H. Publications, Inc. Ltd, Neptune City, New Jersey.
- Tokarz, R. R. 1978. Oogonial proliferation, oogenesis, and folliculogenesis in nonmammalian vertebrates. In: *The vertebrate ovary: comparative biology and evolution*, pp. 145-179. Ed. Jones, R. E. Plenum Press, New York.
- Tomkiewicz, J.; Tybjerg, L. & Jespersen, Å. 2003. Micro- and macroscopic characteristics to stage gonadal maturation of female Baltic cod. **Journal of Fish Biology**, 62: 253-275 pp.
- Trejo-Martínez, J.; Brule, T.; Mena-Loria, A.; Colas-Marrufo, T. & Sanchez-Crespo, M. 2011. Reproductive aspects of the yellowtail snapper *Ocyurus chrysurus* from the southern Gulf of Mexico. **J Fish Biol**, 79: 915-936 pp.
- Trejo-Martínez, J.; Brulé, T.; Mena-Loría, A.; Colás-Marrufo, T. & Sánchez-Crespo, M. Reproductive aspects of the yellowtail snapper *Ocyurus chrysurus* from the southern Gulf of Mexico. **Journal of Fish Biology**, 79: 915-936 pp.
- Trippel, E. A. 2003. Estimation of Male Reproductive Success of Marine Fisheries. **Journal of Northwest Atlantic fishery science**, 33: 81-113 pp.
- Trites, A.; Christensen, V. & Pauly, D. 2006. Effects of fisheries on ecosystems: just another top predator? **Conservation Biology**, 12.
- Turra, A.; Cróquer, A.; Carranza, A.; Mansilla, A.; Areces, A. J.; Werlinger, C.; Martínez-Bayón, C.; Nassar, C. A. G.; Plastino, E. & Schwindt, E. 2013. Global environmental changes: setting priorities for Latin American coastal habitats. **Global change biology**.
- Tyler, C. R. & Sumpter, J. P. 1996. Oocyte growth and development in teleosts. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, 6: 287-318 pp.
- Valdés-Muñoz, E. & Mochek, A. D. 2001. Behavior of marine fishes of the Cuban self. In: *Ecology of the Marine Fishes of Cuba*, pp. 58 - 71. Ed. Claro, R., Lindeman, K. C., & Parenti, L. Smithsonian Institution Press, Washington and London.
- Vazzoler, A. E. A. M. 1996. *Biologia da reprodução de peixes Teleósteos: Teoria e prática*. EDUEM, Maringá.
- Venturelli, P. A.; Shuter, B. J. & Murphy, C. A. 2009. *Evidence for harvest-induced maternal influences on the reproductive rates of fish populations*.
- Vitale, F.; Svedäng, H. & Cardinale, M. 2006. Histological analysis invalidates macroscopically determined maturity ogives of the Kattegat cod (*Gadus morhua*) and suggests new proxies for estimating maturity status of individual fish. **ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil**, 63: 485-492 pp.
- Wallace, R. A. & Selman, Kelly. 1981. Cellular and Dynamic Aspects of Oocyte Growth in Teleosts. **American Zoologist**, 21: 325-343 pp.
- Walters, S.; Lowerre-Barbieri, S.; Bickford, J.; Crabtree, L. & Mann, D. Year. Preliminary results on seasonal and diel periodicities of a resident *Cynoscion nebulosus*

- spawning aggregation in Tampa Bay, Florida. In: *Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, pp. 281-285.
- Warner, R. R. & Chesson, P. L. 1985. Coexistence mediated by recruitment fluctuations: a field guide to the storage effect. **American Naturalist**: 769-787 pp.
- Watson, M.; Righton, D.; Austin, T. & Ormond, R. 1996. The effects of fishing on coral reef fish abundance and diversity. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, 76: 229-233 pp.
- Weatherley, A. H.; Gill, H. & Casselman, J. M. 1987. *The biology of fish growth*. Academic press London.
- Welcome, R. L. 1979. *Fisheries ecology of floodplain rivers* Longman, LONDON.
- West, G. 1990. Methods of Assessing Ovarian development in Fishes: a Review. **Marine and Freshwater Research**, 41: 199-222 pp.
- Wilkinson, C. 2000. Status of coral reefs of the world: 2004. **Chapter**, 18: 473-491 pp.
- Wilson, K.; Hardy, I. C. W. & Hardy, I. C. W. 2002. *Statistical analysis of sex ratios: an introduction. Sex Ratios*. Cambridge University Press.
- Winters, G. & Wheeler, J. 1996. Environmental and phenotypic factors affecting the reproductive cycle of Atlantic herring. **ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil**, 53: 73-88 pp.
- Wootton, R. J. 1999. *Ecology of Teleost Fishes*. Kluwer Academic Publisher.
- Wootton, R. J. 1990. *Ecology of teleost fishes*. Chapman & Hall, London.
- Wright, P. J. 2007. Understanding the maturation process for field investigations of fisheries-induced evolution. **Marine Ecology Progress Series**, 335: 279-283 pp.
- Wright, P. J. & Trippel, E. A. 2009. Fishery-induced demographic changes in the timing of spawning: consequences for reproductive success. **Fish and Fisheries**, 10: 283-304 pp.
- Y., I.; M., A. & T., Y. 1993. Validity of a Lutjanid fish, *Lutjanus ophuysenii* (Bleeker) with a related species, *L. vitta* (Quoy et Gaimard). **Japanese Journal of Ichthyology**, 40: 47-59 pp.
- Yoda, M. & Yoneda, M. 2009. Assessment of reproductive potential in multiple-spawning fish with indeterminate fecundity: a case study of yellow sea bream *Dentex hypselosomus* in the East China Sea. **J Fish Biol**, 74: 2338-2354 pp.
- Zhao, B. & McGovern, J. C. 1997. Temporal variation in sexual maturity and gear-specific sex ratio of the vermilion snapper *Rhomboplites aurorubens*, in the South Atlantic Bight. **South Carolina State Documents Depository**.

Anexo 1

Resumen Expandido en Español

A lo largo de algunos años de estudios en el Litoral Norte de Bahía, registré cerca de 156 especies de peces, la mayoría explotadas en ecosistemas recifales, de las cuales, entretanto, apenas un 10% son objeto del mercado comercial. Además de los carangídeos (jureles y pámpanos), serranídeos (meros, garropas y serranos) e escombrídeos (caballas, atunes y afines), se encuentran los lutjanídeos, el grupo de peces más explotados en esta región, del mismo modo que en diferentes zonas en dónde esta familia circuntropical, predominantemente recifal, está distribuida.

Los Lutjanidae pertenecen al orden Perciformes, la mayor de los peces de aletas rayadas,. La familia está subdividida en cuatro subfamilias: Paradicichthyinae, Etelinae, Apsilinae y Lutjaninae, esta última con más del 50% de todas las especies descritas. Son especialmente comunes en los mares y estuarios tropicales y subtropicales, pero también incluí un pequeño número de familias de agua dulce.

Engloban peces depredadores de topo, de gran importancia comercial habitantes de profundidades que pueden llegar a los 400 m de profundidad. Se caracterizan por sus preferencias alimentares piscívoras, por la especialidad con relación al hábitat y por poseyeren hábitos intraespecíficos gregarios con extensas migraciones para la selección de áreas reproductivas distantes de los centros comunes de alimentación.

Su comportamiento gregario, en forma de grandes y voluminosos cardúmenes, ecológicamente evolucionado para disminuir la depredación y potencializar el suceso reproductivo, les hace en particular vulnerables a la pesca. Las bajas tasas de crecimiento, reclutamiento y mortalidad natural, combinando con una larga estación reproductiva, hace de los lutjanídeos naturalmente sensibles a sobreexplotación.

Muy estimados como alimento, los lutjanídeos componen con frecuencia gran parte de las capturas dentro de su gradiente de distribución, estando entre los principales recursos explotados por la pesca en ambientes recifales de profundidad. En el Nordeste brasileño, principal región de desembarque de este grupo, el registro oficial de las capturas data de la década de 50.

Como estoque virgen, el inicio de la explotación fue productiva, llegando a un intervalo de captura por zona de explotación de 500 a 4000 toneladas. En el final de la década de 70, los estoques empezaron a declinar, con las capturas entre 100 a 300 ton, llegando a extinguirse comercialmente en el estado de Pernambuco.

El escenario de la pesca de Lutjanidae es caracterizado por problemas en las estimas, tendencia decreciente y grave de sobreexplotación, lo cual es bastante preocupante, en particular cuando se considera que desde los años 80, este grupo fue definido como muy sensible a la pesca y, desde 2000, específicamente para los géneros *Etelis*, *Lutjanus* y *Rhomboplites*, fue señalado la necesidad de elaborarse protocolos gerenciales para la prevención de sobrepesca y el colapso de los recursos.

En la actualidad, un aspecto clave para subsidiar las estrategias de manejo de un recurso está en el hecho de conseguirse estimar características relevantes de la historia de la vida de las especies. Parámetros biológicos como edad y crecimiento, ciclo reproductivo y fecundidad son datos esenciales para la elaboración de protocolos de gestión.

En el Nordeste brasileño, la mayoría de los trabajos desarrollados con esta familia son sobre edad y crecimiento. Las primeras descripciones síntesis acerca de la pesca (especies, producción y productividad) pueden ser consideradas como marcos históricos, seguidas de trabajos de evaluación de estoques.

Datos acerca de la reproducción, mayormente basados en análisis macroscópicas, a través de los estudios con las especies *Ocyurus chrysurus*. Informaciones sobre variación del índice gonadosomático, distribución de frecuencia de estadios de maduración, edad de maduración fueron realizados para *Lutjanus analis*, *L. synagris*, *L. vivanus* e *O. chrysurus*.

Destaque debe ser dado a las recientes publicaciones que tratan del conocimiento etnoecológico y de las variaciones temporales de reproducción de lutjanídeos, conocimiento reivindicado como de importancia para a elaboración de estrategias de manejo. Aquí también es importante señalar la gran cantidad de estudios clasificados como “literatura gris” que informa, de una manera u otra, sobre distintos aspectos de la historia de vida de Lutjanidae para la región Nordeste de Brasil.

Desde el expuesto, esta tese investigó la ecología reproductiva de tres especies de esta familia, principal recurso pesquero del Litoral Norte de Bahia: la *biajaiba*

(*Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758)), *pargo colorado* (*Rhomboplites aurorubens* (Cuvier, 1829)) y *pargo del alto* (*Lutjanus vivanus* (Cuvier, 1828)), en base a una extensa evaluación de su temporalidad y estrategias reproductivas, con modernos protocolos de histología y análisis de imagen.

En particular, busqué predecir los impactos de la pesca sobre esta asamblea y conocer no solamente su potencial y temporalidad reproductiva, más también generar informaciones aplicables para fin de gestión del recurso.

Inicialmente en la introducción general, capítulo 1, contextualicé el área de estudio bajo los puntos de vista ambiental y económico, del mismo modo describí la pesca artesanal desarrollada en ambientes recifales, centrándome en los aspectos ecológicos de la familia Lutjanidae y su importancia en estas pesquerías, finalizando con la motivación para el desarrollo de mi tesis.

En el capítulo 2 investigué exhaustivamente la ecología reproductiva de la asamblea y los aspectos temporales a ellas relacionadas, una vez que en el proceso de evaluación del estado de los estoques existe una relación directa entre el rendimiento de una pesquería y entre la variación del reclutamiento de los individuos que compondrán la nueva población. Comprender las estrategias reproductivas de una especie es una de las principales herramientas para la conservación de suficiente estoque de reproductores que permitan su conservación.

De este modo, analicé las estrategias reproductivas de la asamblea bajo dos perspectivas: 1) La temporalidad reproductiva en distintas escalas y b) La descripción de los estadios del desarrollo ovocitáreo, el patrón de reclutamiento de los ovocitos, la fecundidad y cómo ésta varía en el tiempo y en el espacio y en base a efectos maternos.

Los muestreos fueron realizados en Litoral Norte da Bahia (LN/BA), bajo licencia del Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Permiso IBAMA/SISBIO 10714), entre las coordenadas 11°45 S e 037°45 W, área de pesca habitual de los pescadores artesanales que exploran arrecifes oceánicos y distantes de la costa del municipio de Conde y regiones adyacentes.

La embarcación usada fue del tipo “saveiro”, arte de pesca línea de mano y anzuelo y misma unidad de esfuerzo utilizadas en la región. Por lo tanto, los resultados aquí

presentados fueron considerados como dependientes de la pesca y no como resultado de pesca experimental, aquella independiente de la pesca.

El intervalo de nuestros fue quincenal y totalizó 24 campañas de pesca, con duración de cinco días de mar cada y cuatro efectivos de pesca, para que cubriesen el mayor rango posible de periodicidad lunar, previamente descritas como importantes en la reproducción para peces tropicales.

Las especies acompañantes a la pesquería de Lutjanidae fueran identificadas y especímenes-testigo depositadas en la Colección Ictiológica de Referencia del Área de Protección Ambiental del Litoral Norte de Bahia (CIR-APA/LN), del laboratorio de Recursos del Mar y Aguas Continentales (LABMARH) de la Universidad do Estado da Bahia (UNEB).

De las especies recolectadas, cinco de ellas han sido nuevos registros para el LN/BA, a saber: *Hemicaranx amblyrhynchus* (Cuvier 1833), Carangidae; *Centropomus ensiferus* (Poey, 1860), Centropomidae; *Rypticus saponaceus* (Block & Schneider, 1801), Serranidae; *Genyatremus luteus* (Block, 1795), Haemulidae; *Cheilopogon cyanopterus* (Valenciennes, 1847) e *C. pinnatibarbatus* (Bennett, 1831), Exocoetidae.

Estos registros han fortalecido el valor de las campañas de pesca como fuente de información taxonómica, acerca de la biodiversidad de una zona y me llevó a confirmar que en pesquerías multiespecíficas como las artesanales, investigaciones con objetivos direccionados a reproducción pueden volverse en una buena oportunidad para ampliar el conocimiento acerca de la diversidad local de especies de peces recifales.

Es importante destacar que estas especies ya estaban allí, pero no taxonómicamente, luego, esto refuerza la importancia del conocimiento de la diversidad local, para separar lo que son especies raras de aquellas desconocidas para la ciencia.

Catorce especies en algún nivel de amenaza de extinción estuvieran presentes en los desembarcos: 1) Vulnerables: *Balistes vetula* (Linnaeus, 1748), *Lutjanus analis* (Cuvier, 1828), *Lutjanus cyanopterus* (Cuvier, 1828), *Lutjanus jocu* (Bloch & Schneider, 1801), *Lutjanus vivanus* (Cuvier, 1828), *Kajiba albida* (Poey, 1860), *Thunnus obesus* (Lowe, 1839), *Mycteroperca interstitialis* (Poey, 1860) e *Ginglymostoma cirratum*; 2) Criticamente en peligro: *Rhinobathus horkelii* (Müller & Henle, 1841) e 3) Próximamente en peligro: *Thunnus alalunga* (Bonnaterre, 1788) e *Thunnus albacares* (Bonnaterre, 1788).

La descripción de la ecología reproductiva primero consideró el análisis de la estructura poblacional con respecto a la proporción sexual (SR), relaciones talla-peso (WRL) y factor de condición de 771 individuos de *L. synagris*, 812 de *R. aurorubens* e 882 de *L. vivanus*, colectados entre junio del 2008 e mayo de 2009 no Litoral Norte da Bahia (LN/BA).

Con respecto al tipo de crecimiento, hallé que la hipótesis nula de isometría fue refutada poblacionalmente para todas las especies, registrándose alometría negativa, lo que significa decir que, en Lutjanidae, que el peso aumenta más lentamente que la talla. Sexos en separado, se registró isometría para ambos sexo de *L. synagris*, alometría negativa en hembras de *R. aurorubens* e alometría negativa para ambos sexos de *L. vivanus*.

La alometría negativa pudo haber sido tan solamente consecuencia de los parámetros ambientales, bien como puede estar representando indicios de disturbios por pesca y dibujando nuevas estrategias para alcanzar más rápidamente la madurez sexual.

El estado estacionario de estabilidad entre machos y hembras fue registrado apenas para *L. vivanus* (1:1), *L. synagris* presentó proporción macho:hembra de 1:0,5 y *R. aurorubens* 1:0,45. El tamaño en que la mitad de la población tenía la misma proporción fue de 31cm para *L. synagris*, predominando machos en las tallas inferiores; 32 para *R. aurorubens* y 28 cm para *L. vivanus*, especies para las cuales la proporción de machos se vio incrementada con respecto a la talla.

Esta diferencia en la abundancia entre sexos podría ser explicada como el resultado de las diferentes tasas de crecimiento y mortalidad, por lo menos en *R. aurorubens*, puesto que machos exhiben altas tasas de crecimiento en relación a las hembras. En *Lutjanus*, ambos sexos poseen el mismo patrón, siendo esta clase de explicación, de momento, no aplicable a estas especies.

Otra clase de explicación residiría en un proceso migratorio hembra-macho, puesto que el inicio de la estación reproductiva fue predominado por hembras, desviándose a machos (*Lutjanus*) o estabilizándose (*Rhomboplites*) en los meses subsecuentes, prevaleciendo machos en el período correspondiente al reposo reproductivo.

En términos de distribución espacial entre machos y hembras, las diferencias en la proporción sexual generaron un modelo espacio-estación reproductiva-dependiente para el género *Lutjanus*, lo que significa decir que hubo segregación espacial entre sexos según la época dentro de la estación reproductiva.

Específicamente para *R. aurorubens*, la distribución de machos y hembras fue aleatoria en las dos épocas. Este patrón, derivado de la proporción sexual, seguramente es el primer signo de una típica estrategia reproductiva de peces de arrecifes: la agregación para la puesta.

Bajo una fuerte relación con las fases lunares, el predominio de las hembras en las fases más claras fue evidente en *L. synagris* y *R. aurorubens*. En *L. vivanus*, no hubo relación con la luna. Por lo tanto, estudios de proporción sexual asociados a la temporalidad reproductiva y distribución espacial deberían ser considerados como unos de los subcomponentes en los estudios de dinámica pesquera para fines de gestión de pesca.

La población captura de Lutjanidae poseía ejemplares entre 13 a 55 cm de tamaño y peso variando entre el 0,1 a 2 kg, siendo *L. vivanus* el grupo con los mayores, más pesados individuos. Hembras de *L. synagris* fueron mayores, más pesadas y de mejor condición que los machos. En *R. aurorubens*, los machos fueron mayores y más pesados, pero de mismas condiciones que las hembras. Diferencias entre los sexos no fueron identificadas para *L. vivanus*.

Especímenes de menor talla y peso, aunque de mejor condición de *L. synagris* fueron reclutadas en la fase creciente. En la menguante, individuos de *L. vivanus* de menor peso y condición fueron reclutados. Para la especie *R. aurorubens* no exhibieron variaciones significativas cuando relacionada con esta variable.

Los límites de la actividad de pesca estuvieron entre 11°75' a 11°98'S e 37°30' a 37°45'W, predominando durante el período nocturno, exhibió un patrón claro de movimiento de la embarcación con respecto a la distribución de los cardumes explorado, para los cuales fueron echas las siguientes aproximaciones: 1) El área de distribución espacial decrece significativamente en el género *Lutjanus*, primer indicativo de agregación para la desova del tipo transitoria y la pequeña variación espacial de *R. aurorubens* tomada como un de los indicios de agregación para la puesta del tipo residente, 2) Durante la época de puesta, el área de distribución das especies se

mantiene y se retrae durante la época de reposo latitudinalmente para el género *Lutjanus*, lo que no ocurre tan visiblemente en *Rhomboplites*.

Para Lutjanidae, los factores preponderantes en el agrupamiento de las hembras durante la puesta fueran la condición (K) y o índice gonadosomático (GSI) y en machos la talla (Ct). En el período de reposo K para ambos sexos.

El predominio de la distribución por K, asociado a la estrategia de agregación para la puesta podría ser interpretado como un indicativo del origen de los costes energéticos del proceso reproductivo poblacional. El dibujo del comportamiento gregario, según el “gradiente de condición” encontrado en lutjanídeos en la estación reproductiva demuestra que individuos de menor condición fueran capturados siempre en la zona de agrupamiento pospuesta.

Por ello, si concluí que este gradiente de condición necesita ser evaluado y asociado con estudios de bioenergética, puesto que podría comportarse como un dato esclarecedor de la estrategia de locación de energía de la asamblea y, por consiguiente, el aumento del feedback en el proceso de manejo, específicamente para *R. aurorubens*, arrojar luz a su real estrategia de puesta: si transitoria o residente, ya que importantes diferencias funcionales tienen valores prácticos en términos de gestión de recursos pesqueros.

Los costes energéticos en *Lutjanus* posiblemente serían el resultado del almacenaje previo en el inicio de la puesta y, durante esta, captación externa de energía, una vez que K aumentó significativamente durante los picos de puesta, disminuyendo tras este período. En *Rhomboplites* la estrategia sería *income breeding* a lo largo de todo el período reproductivo.

Identifiqué morfológicamente todos los 379 ovarios de *L. synagris*, los 406 de *R. aurorubens* y los 435 de *L. vivanus* y los analicé bajo técnicas histológicas. Los datos macroscópicos fueron muy útiles a la separación de los sexos en esta asamblea, pero poco sensibles para la separación de las fases de desarrollo gonadal, por la subjetividad de los signos de clasificación. Por lo tanto, este tipo de información no debería ser utilizada en descripciones del ciclo reproductivo en Lutjanidae.

Histológicamente, las gónadas de Lutjanidae presentaron todos los diferentes estadios de desarrollo ovocitario, encontrados en especies de desove pelágico,

incluyendo núcleos migratorios, coalescencia y hidratación. Tres estadios de folículos post-ovulatorios (POF - reciente, intermedio y antiguo) y dos de atresia (*alpha* y *beta*) fueron bien diferenciados, además de estructuras císticas de folículos hidratados y parásitos de cestodos y nematodos.

Del mismo modo ocurrió con las fases de desarrollo gonadal, quienes se corresponden aquellas de especies heterocronales. La fase en capacidad de puesta (SC), fue de mayor prevalencia de corpúsculos y parásitos en *L. synagris* y *R. aurorubens* y la fases regeneración para *L. vivanus*. Aunque de alta prevalencia en hembras SC, no fueron hechos análisis del impacto sobre la producción de huevos.

La estrategia de reclutamiento de los ovocitos es del tipo asincrónica, puesto que hay la presencia concurrente de todos los estadios ovocitáricos durante todo el año, marcadamente en la estación de puesta de las especies: alveolos corticales (AC) y vitelogénesis inicial (Vit1) estuvieron presentes todo el año y se superpusieron con los ovocitos en vitelogénesis intermedia y avanzada (Vit2 y Vit3), núcleos migratorios (NM) y POF. Estos dos últimos encontrados apenas durante la estación reproductiva.

En especial, para *L. vivanus* no se observó queda expresiva en los ovocitos Vit2 y Vit3 y, mismo que en baja frecuencia, POF e hidratados (HID) fueron observados a lo largo de todo el ciclo anual.

La primera escala temporal, ciclo de vida, determinó la edad media de maduración poblacional, entre 16 cm (*R. aurorubens*) y 18 cm (*Lutjanus*) resultó en ojivas de maduración ajustadas a una curva logística para todas las especies estudiadas. La L_{50} se corresponde entre el 35 al 50% del tamaño medio poblacional en Lutjanidae y, en esta asamblea, estuvo abajo de lo límite mínimo (30%), lo que indica que hembras muy jóvenes están siendo reclutadas a la maduración en esta pesquería, indicio de sobreexplotación de un recurso.

Con datos macroscópicos, solamente en *L. synagris* el ajuste fue significativo, ratificando la poca capacidad de separación de individuos maduros de los inmaduros a través de criterios macroscópicos para las gónadas de Lutjanidae, aunque comúnmente utilizada en diferentes trabajos para esta familia.

La falta de estandarización metodológica y el uso recurrente de la L_{50} en base a datos macroscópicos en la mayoría de los trabajos publicados dificultó la comparación de estos resultados y ha de poner atención al hecho de que sobre o subestimaciones pueden

llevar a una gestión incongruente del recurso, por presentar un falso número de individuos en el estoque reproductor o, por retirar individuos que aun no han pasado a hacer parte de él.

En la escala anual, se definió la estación reproductiva de las especies en base a datos de GSI y la predominancia de las fases de desarrollo gonadal a lo largo del año. Se analizó el comportamiento del GSI con relación al peso, el cual presentó independencia de este y acompañó de manera creciente, la distribución de frecuencia de las fases de maduración gonadal y, de este modo, se concluye que este índice es útil en la determinación del ciclo anual de las especies *L. synagris* y *R. aurorubens*, siendo capaz de describir el ápice de hembras en avanzado estado reproductivo y los periodos de póstota.

Una vez que el uso de las fases de desarrollo gonadal no fueron aplicables para *L. vivanus*, puesto que todos los meses estuvieron compuestos por más que un 50% de hembras en SC y menos de 10% en pospuesta, una validación ejecutada a través de la distribución anual de la frecuencia del diámetro de los ovocitos en vitelogénesis, el número de ovocitos en desarrollo (NDO) y el número relativo de ovocitos en desarrollo (NDO_r) fue factor adicional para definirse el período reproductivo de *L. vivanus*.

De este modo, la estación reproductiva de *Lutjanus* fue de agosto a abril como época de puesta y de octubre a abril en *Rhomboplites* y de mayo a julio la época de reposo de la asamblea. Las observaciones macroscópicas son menos precisa en la separación de las fases del desarrollo gonadal, el que implicó en la determinación de estación reproductiva al largo de todo el año en *Lutjanus*, mas fue semejante en *Rhomboplites*.

En el grupo examinado, el ciclo anual contiene ciclos estacionales según el ritmo de las lluvias que, por su vez, contienen ciclos lunares de puesta, los cuales fueron descritos inicialmente pelas variaciones en el GSI y por la presencia de hembras en actividad de puesta (AS), un patrón típico de desova lunar visto para muchas especies de peces tropicales.

El GSI aun informó acerca del mapa de distribución de la inversión reproductiva poblacional en el área de distribución de las especies, en las épocas de puesta y reposo , para el cual se encontró efecto significativo apenas durante la de puesta. La especie *L. synagris* exhibió agrupación de hembras de mayor GSI al nordeste de la mancha recifal,

decreciendo en el sentido sudoeste, verificándose un punto de agregación al leste de aquellas con menores índices.

En *R. aurorubens*, se detectó una agregación decreciente de las hembras, marcadamente en el sentido leste-oeste, pero con diferentes puntos de hembras de menor GSI difundidas a lo largo del arrecife. En *L. vivanus*, las de mayor GSI se agruparon a lo largo del margen oeste y, de ahí, en dirección al borde leste. En dirección centro-sur, hubo un punto de reunión de las de menor GSI.

Estos resultados pueden facilitar la construcción de herramientas de manejo para el grupo. Por saberse donde están machos y hembras y en que fase aproximada de actividad reproductiva, se aproximaría en que zona la pesca tendría sus efectos más depletivos a la dinámica de estas poblaciones, en caso de que el concepto de áreas marinas protegidas fuesen una solución de gestión a ser adoptada.

La estrategia de reclutamiento de las hembras a la puesta es presentada por primera vez para estas especies y fue formulada bajo dos modelos: 1) Modelo asincrónico: definido por la presencia simultanea de hembras en desarrollo inicial y en pospuesta concomitante con hembras en otras fases de madurez, la cual estuvo perfectamente delineada en *L. synagris* y *R. aurorubens*, no obstante no elucidada en *L. vivanus*; 2) Modelo sincrónico: validado para todas las especies, dado que hembras SC son reclutadas a componer la población activa durante toda la estación de puesta, constituyendo más de 50% de la población reproductora y pertenecieron a la misma clase de tamaño con tendencia a que hembras más grandes participasen de esta población.

Los resultados de esta investigación refuerzan la necesidad de múltiples aproximaciones cuando del estudio de la ecología reproductiva de una especie. Los Lutjanidae son de gran importancia económica en esta zona del litoral norte de Bahia, y, ahora ya poseen descrita su temporalidad reproductiva, con las definiciones de cuándo y dónde están en su máximo y mínimo reproductivo.

La temporada de puesta, es decir, la escala intrasazonal pudo ser definida por la presencia de huevos hidratados y, en especial por la buena diferenciación de los POFs recientes y antiguos, en particular para *L. synagris* y *R. aurorubens*, en función del bajo número de hembras capturadas con huevos hidratados y su distribución temporal, lo que puede sugerir que estas dos especies son poco sensibles al arte de pesca.

La fracción media de hembras desovantes durante la estación reproductiva fue de 0,18 para *L. vivanus*, 0,24 para *L. synagris* e 0,27 para *R. aurorubens*, lo que significa que la primera realiza un evento de puesta a cada seis días, con un intervalo de puesta a cada tres días y, las demás realizan un evento a cada tres días, con un intervalo de un día.

La media de pulsos de puesta por evento fue de 10 tandas, así, el tiempo medio individual de desova en *L. vivanus* sería de aproximadamente dos meses y medio y, en los picos de puesta, de 20 días. En *L. synagris* y *R. aurorubens* de dos meses y en los picos de puesta 12 días.

En esta investigación, el pico de puesta considerado a partir de la fracción de hembras en puesta (*FCp*) fue mayor igual A 50%, lo cual no es necesariamente igual aquel determinado por el GSI, quien expresa los picos de madurez gonadal de la población. Así, se tiene que abril, julio y septiembre son los picos de *L. vivanus*, septiembre, noviembre y febrero para *L. synagris* y febrero para *R. aurorubens*.

Como en los periodos de pico, el número de hembras alcanzo casi el máximo poblacional de la frecuencia de puesta, esto significa decir que la flota esta depreciando el estoque reproductor en uno de los principales momentos de su capacidad regenerativa, lo que implica pensar en los efectos negativos presumibles y ya conocidos en la producción total de huevos y en la consecuente perdida de la resiliencia de la asamblea.

Recordando que las especies presentan comportamiento gregario para la puesta, una época de defeso biológico temporal en los picos de puesta sería muy recomendable como unidad de gestión que protegería la mayor parte de la biomasa desovante y no obligaría el alejamiento de los pescadores por largos períodos de su actividad económica.

Como efecto ambiental sobre la reproducción, encontré la luna como factor. Su influencias de la luna sobre los patrones reproductivos en peces de arrecifes enfocan primariamente los factores que pueden aumentar la aptitud reproductiva a través de diferentes estrategias de facilitación de la fecundidad, dispersión de huevos y del asentamiento de las larvas, que les permita el aumento de la supervivencia de la fase pelágica por la dispersión asistida temporalmente por los movimientos de las mareas

fuera de los arrecifes (lunas claras), disminución de la depredación de las larvas, a través de la atracción fotopositiva para la superficie (lunas oscuras), así mismo por la disminución de la competencia entre las larvas por la formación de cohortes temporarias (puesta en lunas alternadas).

La fracción de puesta (FC_p) fue significativamente mayor en la luna nueva para *L. synagris* y *R. aurorubens* y en la llena para *L. vivanus*, especie esta que mantuvo la relación entre el FC_p y el GSI. Esto puede sugerir que las circunstancias maximizadoras de la capacidad reproductiva en *L. synagris* e *R. aurorubens* residiría en promover la dispersión de los propágulos y la de *L. vivanus* en minimizar la depredación, alternativas de una misma moneda, cuando se considera la estrategia reproductiva principal de este grupo que es agregar para el desove.

En dónde los mercados son centralizados o mismo los puntos de desembarcos conocidos, como en el LN/BA, la comercialización temporal y la prohibición de captura que ocurren alrededor de la época de desove podrían ser efectivas en la protección de los individuos en actividad reproductiva. De este modo, vedas lunares podrían ser otra estrategia de manejo para mitigar los efectos deletéreos por presión de pesca sobre el estoque reproductor.

Para la determinación del tipo de fecundidad, se estudió la evolución temporal del número de ovocitos en crecimiento secundario (NDO), del relativo (NDO_r), de la atresia y del diámetro de los ovocitos.

Los resultados son consistentes con el patrón de fecundidad indeterminada para los lutjanídeos analizados, dado por las siguientes características: 1) Ausencia de hiato en la distribución de frecuencia del diámetro de los estadios alveolos corticales (AC) y Vit, 2) El reclutamiento continuo de ovocitos en crecimiento secundario con el aumento de la fecundidad total durante la estación reproductiva y 3) La prevalencia de atresia en el final de la época, aunque se haya identificado niveles bajos y continuos significativos de atresia durante la estación de puesta en *L. vivanus*, característico de especies determinadas.

La presencia de atresia en especies de fecundidad indeterminada durante las fases iniciales del desarrollo ovocitario no es frecuente, pues la regulación de la fecundidad se hace mediante el reclutamiento de los ovocitos. De este modo, estudios posteriores

deberían ser conducidos acerca de la intensidad de atresia en *L. vivanus*, con el objetivo de identificarse si la fecundidad de esta especie es mixta o indeterminada.

El NDO medio y máximo de *L. synagris* y *R. aurorubens* fue semejante entre sí y cerca del doble de aquellos encontrados para *L. vivanus*. Para *L. synagris*, los valores relacionados con el NDO fueron: \bar{x} = 271.345, ([2.205, 1.053.342]); Ct = 19,5 a 45 cm) y una hembra de 30 cm, el tamaño medio encontrado para la distribución de tallas analizada, produciría un total de 241.700 huevos vitelados. El NDO medio fue de 42.029 huevos vitelados g⁻¹ [27.159, 69.012].

Para *R. aurorubens*, los valores del NDO fueran \bar{x} = 222.631 huevos vitelados ([5.856 – 1.076.065]; Ct = 21 a 36,5 cm) e 175.625 huevos para una hembra media de 26 cm. El NDO medio fue igual a 79.473 huevos vitelados g⁻¹, ([23.433, 208.780]). Para la especie *L. vivanus*: \bar{x} = 180.174 huevos vitelados ([14.317, 685.638]; Ct = 24 a 40 cm) e 120.689 para una hembra media de 30 cm. El NDO fue igual a 241 ovos vitelados g⁻¹ ([19.686, 110.955]).

Los lutjanídeos del LN/BA exhibieron semejante relación entre la fecundidad y algunas variables biológicas. La fecundidad aumentó exponencial (*Lutjanus*) y linealmente (*Rhomboplites*) en las hembras mayores (R^2 0,37 a 0,48) y las más pesadas (R^2 de 0,35 a 0,55), llegando a casos en que las de mayor talla produjeron cerca de cuatro veces más huevos que las pequeñas.

En este estudio, el NDO fue fuerte función de la condición de la hembra en *L. vivanus* y *R. aurorubens* (R^2 de 0,76 e 0,86), entretanto débilmente en *L. synagris* (R^2 0,17). Cuando considerado el NDO, la talla perdió la importancia, el GSI se mantuvo y la *K* sufrió aumento sustancial como función del NDO (R^2 0,54, 0,74 e 0,89, respectivamente *L. vivanus*, *R. aurorubens* e *L. synagris*), indicando que las hembras de mejor condición poseen más energía disponible para la producción de los huevos.

Esta estrategia maximizaría el esfuerzo reproductivo en especies longevas, puesto que es más ventajoso poner regularmente a lo largo de un periodo que invertir vigorosamente en energía para la fecundidad de apenas una puesta a las expensas del crecimiento y condición.

Esto corrobora con la idea de que las estrategias de manejo para este grupo deben tener en cuenta las características maternas, reforzando el argumento de que

estimativas de reclutamiento poblacional para la puesta deben incluir análisis de los índices de condición de las hembras.

Aunque los datos de fecundidad sean muy útiles la protección de los estoques pesqueros, escasa es la literatura acerca de la reproducción con datos de fecundidad de las especies de esta asamblea. En este trabajo, los resultados referentes al número de huevos hidratados de un lote (*Bf*) y sus derivados (fecundidad parcial relativa (*BfRel*), densidad de los huevos hidratados (DOH) y producción poblacional total de huevos o fecundidad anual (EP), fornecieron un interesante panorama acerca de la capacidad de desove, además de una pequeña interpretación de su temporalidad y relación con distintas variables biológicas.

Los valores estimados de la *Bf* fueron 22.263 a 74.780 ovos y media de 38.840 huevos liberados en un evento de puesta en *L. synagris* (Ct= 26 a 33,5 cm), lo que significa decir que, si la media de eventos de puesta encontrada fue de 10, durante la época de desove, hembras de mayor fecundidad pueden llegar a poner más de un millón de huevos. La *BfRel* media fue de 130 huevos/g-1 ([76, 249]) con diámetro medio de 691 μm ([531, 776])), la DOH media fue de 3005 huevos ([1710, 4852]).

La especie *R. aurorubens* tuvo media de 15.256 huevos hidratados ([1770, 32.353]; Ct= 23 a 28 cm), valores muy inferiores a los atingidos en el único trabajo desarrollado para esta especie (Golfo del México) , lo que me llevó a tomarlos como una primera aproximación. De este modo, comparaciones deben ser cautelosas, una vez que el bajo número de muestras y su pequeña distribución temporal (n= 9, de las cuales 5 en febrero).

Su *BfRel* media fue de 76 huevos/g⁻¹ ([12, 123]), el DOH 2017 ([982, 2780]), y la media del diámetro de los ovocitos hidratados fue de 793 μm ([768, 821]). En un único evento de puesta, hembras de mayor fecundidad pondrían cerca de 130.300 huevos.

Con un buen número de muestras y bien distribuidas a lo largo de la estación de puesta (ocho de los nueve meses), la estimativa de la *Bf* de *L. vivanus* presentó el valor máximo proximos de aquellos registrados por su congénere *L. synagris*, con media de 33.336 huevos hidratados ([6.495, 76.220]; Ct= 23, 28 cm). La *BfRel* media en esta especie fue de 104 huevos/g⁻¹ ([30,208]), a DOH 2139 ([1040, 3140]), siendo la media del diámetro de los huevos hidratados de 827 μm ([768, 887, 776]).

De esta manera, y basándose en el comportamiento poblacional de las especies con respecto a la frecuencia y duración total de la puesta, se aumió que la duración individual de una hembra estuvo entre dos meses con un intervalo de puesta de 4 días para *L. synagris*, e *R. aurorubens* y de 5 días para *L. vivanus*. Si considerados los 12 meses de activiade de desove para *L. vivanus*, la duración sería de dos meses y medio, pero de misma frecuencia de puesta.

Se observó que en todas las especies, el mejor predicador biológico de la *Bf* fue el peso ($R^2 = 0,31, 0,37$ e $0,64$, respectivamente *L. synagris*, *L. vivanus* y *R. aurorubens*). Cuando quitado el efecto del peso, lo mejor predicador fue el diámetro del ovocito en *L. synagris* ($R^2 = 0,42$), el GSI en *R. aurorubens* ($R^2 = 0,72$) e igualmente la fracción de hembras en puesta cuanto el número de tandas puestas ($R^2 = 0,26$) para *L. vivanus*.

Con respecto a la producción poblacional de los huevos, el peso volvió a ser la mejor variable explicativa de la cantidad de huevos puestos por la asamblea ($R^2 = 0,25, 0,34$ y $0,72$, respectivamente *L. synagris*, *L. vivanus* y *R. aurorubens*).

La variabilidad temporal en la *Bf* fue detectada apenas en *L. vivanus*, con el mes de septiembre el de mayor pico y la luna llena, la fase de mayor registro de producción de huevos hidratados. Por otro lado, la fecundidad anual estuvo directamente relacionada con un factor aparentemente obvio, que es la fracción de puesta, es decir, cuanto más hembras desovando, más huevos.

De acuerdo con el método usual ($Bf \cdot FCp$), la fecundidad anual del grupo estudiado, estuvo ente 1 a aproximados 19 millones de huevos (*L. synagris* y *R. aurorubens*) y del 34 al 55 millones de huevos disponibles a la puesta, el que caracterizó estas especies como altamente fecundas. Es bastante probable que el pequeño número de muestras y su mala distribución a lo largo del ciclo anual fue la causa de la no significancia temporal para las demás especies.

Una vez que la alta fecundidad *per se* no confiere resiliencia a la pesca ni un alto potencial reproductivo para la manutención de una población, investigaciones adictivas acerca de aspectos como edad y crecimiento, dispersión de huevos y larvas, recolonización y respuestas compensatorias y sus efectos sobre el potencial reproductivo son muy recomendables como subsidios a las propuestas de manejo y conservación de la que es el principal recurso en el Nordeste de Brasil.

Busqué finalizar la tesis delineando los principales aspectos a tener en cuenta para la preparación de un protocolo de gestión del recurso, con medidas concretas que se podrían llevar a cabo para el manejo de la pesca en los ecosistemas recifales del Litoral Norte de Bahía, llevándose en cuenta la protección del ambiente y de las comunidades humanas que de él dependen.

Por este motivo, refuerzo profundamente que la elección por extensas y diferentes aproximaciones testadas en esta tesis se basaran en la necesidad de elucidar algunos puntos oscuros sobre la asamblea de Lutjanidae investigada y encontrar puntos de flexibilización para la gestión, para los cuales, soy partidaria del establecimiento de micro épocas de defeso biológico.

Finalicé la tesis con un capítulo que, más que una discusión general, pretendió una revisión de la importancia de la pesca artesanal como un subsistema de las pesquerías a pequeña escala, típica de países pobres, de sus efectos sociales y biológicos, con enfoque a los ecosistemas recifales.

Hice también una revisión del porque de la historia de fracaso en el fortalecimiento de la pesca artesanal en Brasil. Sin esta contextualización, no sería posible delinear uno de los principales aspectos que juzgué fundamental para su manejo: el modelo de exploración y sus unidades formadoras.

Fundamentada en el análisis tecnológico, espacial y de la estructura de tallas previo, realice dentro del proyecto de tesis, mas que no la compuso, asociado a la estrategia reproductiva descrita en esta investigación, definí el patrón de exploración en la zona estudiada, que se conformó un clúster.

Este clúster fue denominado por mi denominado de Pesca en Arrecifes Oceánicos y Desconectados de la Costa, lo cual está compuesto por cinco diferentes unidades: 1) Unidad espacial: arrecifes desconectados de la línea de costa, los que ocurren de un a decenas de kilómetros a las afueras de la línea de costa y arrecifes oceánicos, los cuales se desarrollan en el borde la plataforma continental, 2) Unidad tecnológica de desplazamiento: pesca embarcada, 3) Unidad tecnológica de prospección y arte de pesca: activo-pasiva con línea de mano con cebo vivo, 4) Unidad de esfuerzo: estandarizado en días de mar, número de pescadores y artes de pesca y 5) Unidad biológica: estrategia reproductiva de agregación para la puesta del tipo residente y transitoria con migración para el tipo de puesta.

La extensa estación de puesta de los lutjanídeos estudiados es una característica que dificulta las tomas de decisiones en el proceso de manejo tradicional, basado en sistemas de épocas de veda en la estación de desove. Por lo tanto, vetar la pesca por siete (*Rhomboplites*) a nueve (*Lutjanus*) meses, sería económicamente inviable para una pesquería multiespecífica en términos de especies.

Por este motivo, el conocimiento del sincronismo de los movimiento espacial de la flota con los ritmos circadianos y estacionales dentro del ciclo anual de las especies debería ser el punto de partida para elegir la época que incluyese la mayor fracción de hembras desovantes, ya que el manejo con base en tallas mínimas, que protege la edad de primera maduración, aquí no sería aplicable.

Los individuos son capturados en reversión de vejiga natatoria, y por consiguiente no presentan posibilidad de recuperación, en función de las altas profundidades de explotación, así el establecimiento de épocas de defeso biológico en los meses de los picos de fracción de puesta sería lo recomendado a la protección del estoque reproductor.

Por otro lado, el uso del GSI en Lutjanidae como indicador de pico reproductivo debería ser tomado con cautela, pues el análisis de la distribución espacial de las hembras por este factor indicó que hubo más individuos en una misma fase de maduración gonadal por área, pelo efecto de la agregación, que por la actividad de puesta *per se*. Por otro lado, los picos de GSI ni siempre fueron coincidentes con los de la *FCp*.

Si encontró que la distribución anual de los picos de desove en Lutjanidae son coincidentes con los picos de puesta con la época más estable y más calientes de la camada fótica de la plataforma continental y región oceánica del Nordeste brasileño (verano e otoño), por lo tanto la más ricas y con mejores condiciones para el asentamiento de las larvas.

En nivel de asamblea, la estrategia reproductiva de Lutjanidae incluye agregación para la puesta del tipo residente (*Rhomboplites*) e transitoria con migración (*Lutjanus*). Dado que las agregaciones transitorias poseen un área de migración funcional entre 100 a más de 1000 km², la época de defeso estacional debería ser implantada en toda la

costa norte del estado, con los beneficios de que las restricciones realizadas a la agregación incidirían indirectamente sobre otras especies no sujetas a restricciones.

Por otro lado, proteger los picos de fracción de puesta sería preventiva a la mutilación de edades, dado que los resultados de los efectos maternos sobre la fecundidad fue significativo: hembras grandes y experimentadas predominan en la media de aquellas en capacidad de poner. Protegerlas equivaldría a salvaguarda de la transmisión de la experiencia genética del proceso migratorio a los sitios de puestas a las nuevas cohortes. Además, afectaría también a la producción de huevos, puesto que si encontró una relación directa entre el tamaño (*L. synagris*) y la cantidad (asamblea) de los huevos y el tamaño, la condición y el peso de las hembras.

Las agregaciones transitorias en Lutjanidae incluyen otra característica muy significativa, puesto que son clasificadas como congéneres, es decir, que implican en el movimiento de otras especies de lutjanídeos en las migraciones de puesta. También son clasificadas como interespecíficas, implicando en la formación de complejos migratorios con especies de otras familias, reconocidamente la familia Serranidae e Balistidae.

En las especies de la familia Serranidae predomina el hermafroditismo y, por consecuencia, más sensibilidad a los efectos de la pesca. Inclusivamente, entre los serranídeos, ha registros de especies clasificadas como vulnerables o críticamente en peligro que son constantes en los desembarques de la pesca artesanal del litoral norte de Bahía. Este sería el primero de los beneficios indirectos de protegerse las agregaciones de la asamblea investigada.

Como segundo beneficio, estaría la protección de las especies *Haemulon plumieri* (Lacepède, 1801), *Balistes vetula* (vulnerável), *Malacanthus plumieri* (Bloch, 1786) (hermafrodita,) e *Selar crumenophtalmus* (Bloch, 1793), puesto que la captura de lutjanídeos apenas es realizada con “cebo vivo” y éstas son las principales especies utilizadas. Atentando que *B. vetula* pertenece a la familia Balistidae y es reconocida por realizar agregación residente para la puesta.

De la revisión de la historia del fortalecimiento de la pesca en Brasil, encontré que la serie de medidas gubernamentales se fundamentó en el aumento de la productividad a través del aumento de la flota a lo largo de las cinco décadas correspondientes al proceso de gestión de los recursos pesqueros y no encontré programas de control

biológico para las especies marinas explotadas, aunque muchas y distintas fuentes bibliográficas defienden la necesidad del ordenamiento pesquero a lo largo de la costa brasileña y la implantación de áreas marinas protegidas como estrategias de protección.

Infortunadamente, llegué a una conclusión obvia acerca de la que debería ser la primera aplicación de los subsidios financieros: buenas prácticas en su uso y aplicación, en el momento que los principales estoques de la zona están sobreexplotados o en vías de sobreexplotación.

La primera buena práctica sería la renovación y modernización de la flota, con vistas a la prevención de riesgos laborales, seguridad alimentaria, implantándose la obligatoriedad de instalaciones de higiene y cuidados personales; equipamientos de seguridad y comunicación; instalaciones para el descanso de los pescadores, a parte de instalaciones adecuadas para el acondicionamiento del pescado que disminuyera el tiempo de manipulación, garantizando su salubridad.

En el Litoral Norte de Bahía, las condiciones de trabajo son realmente poco humanas y insalubres. En este nuevo contexto, los incentivos fiscales deberían programarse para ocuparse del aumento de la demanda del salario-veda, cuya existencia destinada a los pescadores de otros tipos de recursos como los camarones y *L. purpureus* legitima os pescadores como grupo social pobre y vulnerable

Complementariamente al buen uso de los subsidios estaría la calificación de las mujeres y de su proceso de participación en la cadena productiva, ya que son ellas las responsables por la comercialización del producto. Esta medida podría garantizar que parte de la producción llegara a las regiones circunvecinas, las cuales poseen demanda continuada durante la época de baja demanda local.

Esto haría posible la disminución de la fuerza que tiene el armador, que, por su capacidad de tener capital de giro, es capaz de almacenar grandes cantidades de pescado, irse a otros mercados y controlar los precios de la producción en la fuente. Si llevase en cuenta que una de las características de las pesquerías a pequeña escala son los lazos familiares y de relaciones sociales próximas, se tiene que el fortalecimiento de la cooperación si constituiría como un modo reconocido de disminución de la pobreza y de la vulnerabilidad y de evitar las armadillas sociales y ecológicas asociadas a la pesca.

Para dominar la cadena productiva de una pesquería a pequeña escala, se necesita trabajar de modo cooperativo.

Una buena recolecta de datos echa de modo continuo en el tiempo es parte de cualquier programa de inversión, fortalecimiento y expansión de un sector. En Brasil, la discontinuidad y la falta de estandarización de los datos pesqueros podría ser mitigada a través de la asociación entre las instituciones de investigaciones del Estado para la formación y direccionamiento de los jóvenes investigadores en temas de pesca, aprovechándose programas ya existentes en nivel estadual y nacional para alumnos de bachillerato hijos de los pescadores.

Esto podría garantizar la calidad de los muestreos de datos, permitiendo que los planes de gestión implantados fueran adaptados en tiempo real según las variaciones ambientales y biológicas identificadas. Se reforzaría el papel de las comunidades de pesca en el proceso de gestión de su propio recurso en la prevención de las trampa, contribuyendo a la reapropiación de un espacio socio-ambiental desconfigurado.

Aun en el Capítulo del Protocolo de Gestión, realicé un análisis de la distribución de tallas de *L. vivanus*, *L. synagris*, e *O. chrysurus* (Lutjanidae) y las especies cebo (*B. vetula* e *M. plumieri*), en un corto período las especies más importantes en un corto e continuo período de muestreo, que englobó tres años en el final de la década de 90 y con el período de muestreo para esta tesis de doctoramiento. El resultado demostró la disminución de las modas de tallas de capturas y también de las medias de lutjanídeos con respecto al período de coletas para este trabajo, el que puede ser tomado como indicios de sobreexplotación.

Aunque esta comparación haya tenido carácter exploratorio, se observó, además de esto, que grandes tallas, en general poco frecuentes, parecen ter desaparecido en todas las especies, el que refuerza la necesidad de las series temporales como herramienta preventiva a la defensa de los recursos pesqueros.

De este modo, medidas cautelares deben ser adoptadas con respecto, por lo menos, a las principales especies de la familia Lutjanidae y las especies *B. vetula*, *M. plumieri*, en base a las funciones comercial y ecológica de este sistema pesquero.

Los parámetros biológicos como edad y crecimiento (a partir de estudios conjuntos de edad y talla), las relaciones de peso y talla, el valor de B y estudios de proporción sexual, asociados a la temporalidad reproductiva y la fecundidad fundamentada en

datos histológicos, se caracterizan cómo datos esenciales a la elaboración de protocolos de gestión.

Como datos aditivos y tecnológicamente más elaborados y dispendiosos, en orden creciente de complejidad de implantación, investigaciones adictivas acerca de la estructura de tallas, dispersión de huevos, larvas, recolonización y respuestas compensatorias asociadas a la pesca y sus efectos acerca del potencial reproductivo de Lutjanidae en el LN/BA y de las principales especies asociadas a su pesquería son muy recomendables a las propuestas de manejo y conservación.

Entiendo que el manejo más apropiado para una pesquería multiespecífica como las artesanales, depende de factores biológicos locales, sociales y económicos, por lo tanto, consideré también el conocimiento ecológico tradicional como última e inequívoca herramienta en el proceso de elaborar, organizar y aplicar el propio plan de gestión de la pesquería que lo propios pescadores son dependientes: estos son los que más saben dónde, cuando, como y con que explorar el ambiente.

A largo plazo, esta protección reproductiva asociada a otros tipos de componentes de la estructura poblacional de un estoque, podrían garantizar la recuperación del estoque, protegiendo sus relaciones tróficas subyacentes y su potencial reproductivo. Por otro, protegería también a una parte de la población costera que depende exclusivamente de la pesca, a través de una posibilidad real de recuperación de una pesquería en franco declive, de la inserción de la comunidad en su gestión y de la responsabilidad compartida de los pescadores en la dirección de sus propias vidas.

Anexo 2

Resumo Expandido em Português

Ao longo de alguns anos de estudos no Litoral Norte da Bahia, registrei cerca de 156 espécies de peixes, a maioria explorada em ambientes recifais, das quais, apenas um 10% são alvo do mercado comercial. Além dos carangídeos (olhos de boi), serranídeos (badejos, garoupas e meros) e escombrídeos (cavalas), encontramos os lutjanídeos (vermelhos), o grupo de peixes mais explorado nesta zona, assim como em diferentes regiões onde esta família circuntropical, predominantemente recifal, está distribuída.

Os Lutjanidae pertencem à ordem Perciformes, a maior dos peixes com nadadeiras raiadas. A família está subdividida em quatro subfamílias: Paradicichthyinae, Etelinae, Apsilinae e Lutjaninae, esta com mais de 50% de todas as espécies descritas. São especialmente comuns nos mares e estuários tropicais e subtropicais, mas também inclui um pequeno número de famílias de água doce.

Englobam peixes predadores de topo, de grande importância comercial, habitantes de profundidades que podem chegar aos 400 m. Se caracterizam por suas preferências alimentares piscívoras, por serem especialistas em relação ao habitat e por possuírem hábitos intraespecíficos gregários, com migrações extensas para seleção de áreas reprodutivas distantes dos centros comuns de alimentação.

Seu comportamento gregário, em forma de grandes e volumosos cardumes, ecologicamente evoluído para diminuir a predação e para potencializar o sucesso reprodutivo os faz, em particular, vulneráveis à pesca. As baixas taxas de crescimento, recrutamento e mortalidade natural, combinando com uma longa estação reprodutiva fazem dos lutjanídeos naturalmente sensíveis a sobreexploração.

Mui estimados como alimento, os lutjanídeos compõem com frequência grande parte das capturas dentro do seu gradiente de distribuição, estando entre os principais recursos explorados pela pesca em ambientes recifais de profundidade. No Nordeste brasileiro, principal região de desembarque deste grupo, o registro oficial das capturas data da década de 50.

Como estoque “virgem”, o início da exploração foi produtiva chegando a um intervalo de captura por zona de exploração de 500 a 4000 toneladas. No final da

década de 70 os estoques começaram a declinar, com capturas entre 100 e 300 toneladas chegando a extinguir-se comercialmente no estado de Pernambuco.

O cenário da pesca dos lutjanídeos é caracterizado com problemas na estimativa, tendência decrescente e em grave estado de sobreexploração, o qual é bastante preocupante, em particular quando se considera que já desde a década de 80 este grupo foi definido como muito sensível à pesca e, desde 2000, especificamente para os gêneros *Etelis*, *Lutjanus* e *Rhomboplites*, foi sinalizada a necessidade de elaboração de protocolos gerenciais para prevenção da sobrepesca e colapso dos recursos.

Na atualidade, um aspecto-chave para subsidiar as estratégias de manejo de um recurso está no fato de se conseguir estimar características relevantes da história de vida de uma espécie. Parâmetros biológicos como idade e crescimento, ciclo reprodutivo e fecundidade, são dados essenciais para a elaboração de protocolos para a gestão.

No nordeste brasileiro, a maioria dos trabalhos desenvolvidos com esta família está voltada a aspectos de idade e crescimento baseados em dados de comprimento. As primeiras descrições síntese sobre a pesca (espécies, produção e produtividade) podem ser consideradas como marcos históricos, seguidas dos trabalhos de avaliação de estoque.

Dados sobre reprodução, maiormente baseada em análises macroscópicas através de estudos com a espécie *Ocyurus chrysurus*. Informações sobre variação do índice gonadosomático, distribuição de frequência dos estágios de maturação e idade de maturação para *L. synagris*, *L. jocu*, *L. analis*, *O. chrysurus* e *L. vivanus* foram obtidas.

Destaque deve ser dado às recentes publicações que tratam do conhecimento etnoecológico e das variações temporais da reprodução de lutjanídeos, conhecimento reivindicado como de importância na elaboração das estratégias de manejo. Aqui também é importante sinalizar a grande quantidade de estudos classificados como “literatura gris” que informa, de uma maneira ou outra, sobre distintos aspectos da história de vida de Lutjanidae para a região nordeste do Brasil.

Partindo do exposto, esta tese investigou a ecologia reprodutiva de três espécies desta família, principal recurso pesqueiro do Litoral Norte da Bahia: *ariacó* (*Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758)), *paramirim* (*Rhomboplites aurorubens* (Cuvier, 1829)) e *vermelho* (*Lutjanus vivanus* (Cuvier, 1828)), através de uma abrangente avaliação de

sua temporalidade e estratégias reprodutivas, com base aos modernos protocolos de histologia e análise de imagem.

Em particular, busquei prever os impactos da pesca sobre esta assembléia e conhecer não somente seu potencial e temporalidade reprodutiva, mas gerar informações aplicáveis a gestão do recurso.

Inicialmente, na introdução geral, capítulo 1, contextualizei a área de estudo sob o ponto de vista ambiental e econômico e do mesmo modo descrevi a pesca artesanal nos ambientes recifais, centrando-me nos aspectos ecológicos e históricos da exploração da família Lutjanidae e sua importância para estas pescarias, finalizando com a motivação para a realização de minha tese.

No capítulo 2, investiguei exaustivamente a ecologia reprodutiva da assembleia e dos aspectos temporais a ela relacionados, já que, no processo de avaliação um estoque, há uma relação direta entre o rendimento da pescaria e a variação do recrutamento dos indivíduos que compõem a nova população. Compreender as estratégias reprodutivas de uma espécie é uma das principais ferramentas para a conservação de suficiente estoque reprodutor que permita sua conservação.

Deste modo, analisei a ecologia reprodutiva da assembléia sob duas perspectivas: 1) A temporalidade reprodutiva em distintas escalas e b) A descrição dos estádios de desenvolvimento ovocitário, o padrão de recrutamento dos ovócitos, a fecundidade e sua variabilidade no tempo e no espaço e de acordo a efeitos maternos.

As amostragens foram realizadas no Litoral Norte da Bahia (LN/BA), sob a licença expedida pelo Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Licença IBAMA/SISBIO 10714), entre as coordenadas 11°45 S e 037°45 W, área de pesca habitual dos pescadores que exploram ambientes recifais destacados da costa e oceânicos do município de Conde e regiões adjacentes.

A embarcação usada foi do tipo saveiro, arte de pesca linha de mão, e mesma unidade de esforço tradicionais na região. Portanto, os resultados aqui apresentados podem ser considerados como dependentes da pesca e não como resultado de pesca experimental, aquele independente da pesca.

O intervalo de coletas foi quinzenal e totalizou 24 campanhas de pesca, com cinco dias de duração e quatro efetivos de pesca, para que cobrissem o maior gradiente

possível da periodicidade lunar, previamente descrita como importante na reprodução de peixes tropicais.

As espécies acompanhantes à pescaria de Lutjanidae foram identificadas y espécimes-testemunho depositados na Coleção Ictiológica de Referência da Área de Proteção Ambiental do Litoral Norte da Bahia, (CIR-APA/LN), do Laboratório de Recursos do Mar e Águas Continentais (LABMARH) da Universidade do Estado da Bahia (UNEB).

Das espécies coletadas, cinco delas foram novos registros para o LN/BA, a saber: *Hemicaranx amblyrhynchus* (Cuvier 1833), Carangidae; *Centropomus ensiferus* (Poey, 1860), Centropomidae; *Rypticus saponaceus* (Block & Schneider, 1801), Serranidae; *Genyatremus luteus* (Block, 1795), Haemulidae; *Cheilopogon cyanopterus* (Valenciennes, 1847) e *C. pinnatibarbatu*s (Bennett, 1831), Exocoetidae.

Estes registros fortalecem o valor das campanhas de pesca como fonte de informação taxonômica e me levou a confirmar que em pescarias multiespecíficas, investigações com fins de reprodução podem se tornar em uma boa oportunidade para ampliar o conhecimento da diversidade local das espécies de peixes recifais.

É importante destacar que estas espécies já estavam ali, mas taxonomicamente não, logo, este fato reforça a importância do conhecimento da diversidade local para separar o que são espécies raras daquelas desconhecidas pela ciência.

Quatorze espécies em algum nível de ameaça de extinção estiveram presentes nos desembarques: 1) Vulneráveis: *Balistes vetula* (Linnaeus, 1748), *Lutjanus analis* (Cuvier, 1828), *Lutjanus cyanopterus* (Cuvier, 1828), *Lutjanus jocu* (Bloch & Schneider, 1801), *Lutjanus vivanus* (Cuvier, 1828), *Kajiba albida* (Poey, 1860), *Thunnus obesus* (Lowe, 1839), *Mycteroperca interstitialis* (Poey, 1860) e *Ginglymostoma cirratum*; 2) Criticamente em perigo: *Rhinobathus horkelii* (Müller & Henle, 1841) e 3) Proximamente em perigo: *Thunnus alalunga* (Bonnaterre, 1788) e *Thunnus albacares* (Bonnaterre, 1788).

A descrição da ecologia reprodutiva primeiro considerou a estrutura populacional com respeito a relações peso-comprimento (WRL), proporção sexual (SR) e condição foram analisadas com base a 771 indivíduos de *L. synagris*, 812 de *R. aurorubens* e 882 de *L. vivanus* coletados entre junho de 2008 e maio de 2009 no Litoral Norte da Bahia (LN/BA).

Com respeito ao tipo de crescimento, encontrei que a hipótese nula de isometria foi refutada populacionalmente para todas as espécies, registrando-se alometria negativa, o que significa dizer que em Lutjanidae, os indivíduos investem primeiro no aumento do peso que no tamanho. Sexos em separado, se registrou alometria positiva para machos e fêmeas de *L. vivanus* e *R. aurorubens*.

A alometria negativa pôde ser tão-somente consequência dos parâmetros ambientais, bem como pode representar indício de distúrbios por pesca, desenhando novas estratégias para alcançar mais rapidamente a maturidade sexual.

O estado estacionário de estabilidade entre machos e fêmeas foi registrado apenas para *L. vivanus* (1:1), *L. synagris* apresentou proporção macho:fêmea de 1:0,5 e *R. aurorubens* de 1:0,45. O comprimento em que metade da população amostrada apresentou o mesmo número de machos e fêmeas foi de 31 para *L. synagris*, onde machos predominaram nos comprimentos inferiores; 32 para *R. aurorubens* e 28 cm para *L. vivanus*, espécies nas quais a proporção de machos incrementou com respeito ao comprimento.

Esta diferença na abundância entre sexos poderia ser explicada como o resultado das diferentes taxas de crescimento e mortalidade, pelo menos em *R. aurorubens*, posto que machos exibem altas taxas de crescimento em relação as fêmeas. Em *L. synagris* e *L. vivanus*, ambos sexos possuem o mesmo padrão, sendo esta classe de explicação, de momento, não aplicável a estas espécies.

Outra classe de explicação residiria num processo migratório fêmea:macho, posto que o início da estação reprodutiva foi predominado por fêmeas, desviou-se a machos (*Lutjanus*), estabilizando-se (*Rhomboplites*), nos meses subsequentes, prevalecendo machos no período correspondente ao repouso reprodutivo.

Em termos de distribuição espacial entre machos e fêmeas, as diferenças na proporção sexual geraram um modelo espaço-estação reprodutiva-dependente para o gênero *Lutjanus*, o que significa dizer que houve segregação espacial entre sexos segundo a época dentro da estação reprodutiva.

Especificamente para *R. aurorubens* a distribuição de machos e fêmeas foi aleatória nas duas épocas. Este padrão, derivado da proporção sexual, seguramente é o primeiro signo de uma típica estratégia reprodutiva de peixes recifais: a agregação para a posta.

Sob uma forte relação com as fases lunares, o predomínio de fêmeas nas fases mais claras foi evidente em *L. synagris*, *R. aurorubens*, mas não afetou a *L. vivanus*, provavelmente pela perda de luz pela alta profundidade em que são capturados. Portanto, estudos de proporção sexual associados à periodicidade reprodutiva e distribuição espacial devem ser considerados como um dos subcomponentes nos estudos de dinâmica pesqueira para fins de gestão da pesca.

A população capturada de Lutjanidae possuía exemplares entre 13 a 55 cm de comprimento e peso variando entre 0,1 a 2 kg, sendo *L. vivanus* o grupo com maiores e mais pesados indivíduos. Fêmeas de *L. synagris* foram maiores, mais pesadas e de melhor hígidez que machos. Em *R. aurorubens*, machos maiores e mais pesados, mas de mesma condição que fêmeas. Diferenças entre sexos não foram identificadas para *L. vivanus*.

Espécimes de menor comprimento e peso, mas de melhor fator de condição de *L. synagris* são recrutados na fase crescente. Na minguante, indivíduos de *L. vivanus* de menor peso e condição são recrutados. A espécie *R. aurorubens* não exibiu variações significativas quando dependente desta variável.

Os limites da atividade de pesca, estiveram entre 11°75' a 11°98'S e 37°30' a 37°45'W, predominando durante o período noturno, exibiu um padrão claro de movimento da frota com respeito a distribuição dos cardumes explorados, para os quais fizeram-se as seguintes aproximações: 1) A área de distribuição espacial decresce significativamente no gênero *Lutjanus*, primeiro indicativo de agregação para a posta do tipo transitória, sendo a baixa pequena variação espacial em *R. aurorubens* considerada um dos indícios de agregação para a posta do tipo residente, 2) Durante a época de posta, a área de distribuição das espécies se mantém e se contrai nos meses de repouso reprodutivo latitudinalmente no gênero *Lutjanus*, o que não ocorre tão visivelmente em *Rhomboplites*.

Para Lutjanidae, os fatores preponderantes no agrupamento das fêmeas durante a posta foram a condição (*K*) e o índice gonadosomático (*GSI*) e em machos o comprimento (*Ct*). No período de repouso *K* para ambos sexos. O predomínio de distribuição por *K*, associado a estratégia de agregação para a posta poderia indicar a origem dos custos energéticos do processo reprodutivo populacional. O desenho do comportamento gregário segundo um “gradiente de condição” em lutjanídeos no

decorrer da estação reprodutiva, demonstra que indivíduos de menor condição foram capturados sempre na zona de agrupamento pós-posta.

Por isso, se conclui que este gradiente de condição necessita ser melhor avaliado e associado a estudos de bioenergética, posto que poderia comportar-se como um dado esclarecedor da estratégia de alocação de energia da assembléia e consequente aumento do feedback nos processos de manejo e, especificamente para *R. aurorubens*, arrojar luz a sua real estratégia de posta: se transitória ou residente, já que importantes diferenças funcionais têm valores práticos em termos de gestão de recursos pesqueiros..

O custo energético em *Lutjanus* possivelmente seria o resultado de um armazenamento prévio ao início do período de posta, e, durante esta, haveria captação externa continuada de energia, dado que *K* aumentou durante os picos de posta, diminuindo após este período. Em *R. aurorubens* a estratégia seria captação continuada durante todo o ciclo reprodutivo.

Identifiquei morfologicamente todos os 379 ovários de *L. synagris*, os 406 de *R. aurorubens* e os 435 de *L. vivanus* e os analisei com técnicas histológicas. Dados macroscópicos foram muito úteis para sexagem nesta assembleia, mas pouco sensíveis na separação das fases do desenvolvimento gonadal pela subjetividade implícita dos signos de classificação. Portanto, este tipo de informação não deveria ser utilizada em descrições do ciclo reprodutivo em Lutjanidae.

Histologicamente, as gônadas de Lutjanidae apresentaram todos os diferentes estágios de desenvolvimento ovocitário, encontrados em espécies com desova pelágica, incluindo núcleos migratórios, coalescência e hidratação. Três estágios de folículos pós-ovulatórios (recentes, intermediários e antigos) e dois de atresia (*alpha* e *beta*) foram bem diferenciados, além de estruturas císticas de folículos hidratados e parasitas de cestódeo e nematódeos.

Do mesmo modo, as fases de desenvolvimento gonadal, as quais se correspondem àquelas de espécies heterocronais. A fase capacidade de posta (SC) foi a de maior prevalência de corpúsculos e parasitas para *L. synagris* e *R. aurorubens* e regeneração (RN) para o *L. vivanus*. Ainda que com alta prevalência em fêmeas em capacidade de pôr, não foram feitas análises do impacto sobre a produção de ovos.

A estratégia de recrutamento dos ovócitos é do tipo assincrônica, posto que há presença concorrente de todos os estádios ovocitários durante todo o ano,

marcadamente durante a estação de posta das espécies: alvéolos corticais (AC) e vitelogénese inicial (Vit1) estiveram presentes todo o ano, se sobrepuseram a ocorrência de ovócitos em vitelogénese intermediária (Vit2) e avançada (Vit3), núcleos migratórios (NM) e POF, estes dois últimos encontrados apenas durante a estação reprodutiva (agosto a abril).

Em especial para *L. vivanus*, não se observou queda expressiva em ovócitos Vit2 e Vit3 e ainda que em baixa frequência, POF e HID foram observados ao longo de todo o ciclo anual.

A primeira escala temporal, ciclo de vida, determinou a idade média de maturação populacional, entre 16 cm (*R. aurorubens*) e 18 cm (*Lutjanus*), resultou em ogivas de maturação ajustadas a uma curva logística para todas as espécies estudadas. A L_{50} se corresponde entre 35 a 50% do tamanho médio populacional em Lutjanidae e, nesta assembléia, esteve abaixo do limite mínimo (30%), o que indica que fêmeas muito jovens estão sendo recrutadas a madurar nesta pescaria, indício de sobreexploração do recurso.

Com dados macroscópicos, somente em *L. synagris* o ajuste foi significativo, ratificando a pouca capacidade de separação de indivíduos maduros dos imaturos através de critérios macroscópicos para as gônadas de Lutjanidae, ainda que comumente utilizados em diferentes trabalhos com esta família.

A falta de padronização metodológica e o uso recorrente da L_{50} calculada com dados macroscópicos na maioria dos trabalhos publicados dificultou a comparação destes resultados, sendo necessário se pôr atenção ao fato de que sobre ou subestimações podem levar a gestão incongruente do recurso, por, ou apresentar um falso número de indivíduos num estoque reprodutor ou por retirar indivíduos que ainda não passaram a fazer parte dele.

Na escala anual definiu-se a estação reprodutiva das espécies com base a dados de GSI e a predominância das fases de desenvolvimento gonadal ao longo do ano. Se analisou o comportamento do GSI com relação ao peso, o qual apresentou independência do peso e acompanhou de modo crescente, a distribuição de frequência das fases de maturação gonadal e, portanto, concluiu-se que este índice é útil na identificação do ciclo anual nas espécies *L. synagris* e *R. aurorubens*, sendo capaz de descrever o ápice de fêmeas em avançado estado reprodutivo e os período de pós-posta.

Uma vez que o uso das fases do desenvolvimento gonadal não foi aplicável para *L. vivanus*, pois todos os meses foram compostos por 50% ou mais de fêmeas em SC e menos de 10% de pós posta, uma validação executada através da distribuição anual da frequência do diâmetro dos ovócitos em vitelogênese e o número de ovócitos em desenvolvimento (NDO) e o número relativo de ovócitos em desenvolvimento (NDO_r), foram fatores adicionais para definir-se o período reprodutivo de *L. vivanus*.

Deste modo, a estação reprodutiva de *Lutjanus* foi de agosto a abril e de outubro a abril no gênero *Rhomboplites* y de maio a julho a época de repouso da assembléia. As observações macroscópicas foram menos acuradas à separação das fases de desenvolvimento gonadal, o que implicou na determinação da estação reprodutiva ao longo de todo o ano em *Lutjanus*, mas foi semelhante em *Rhomboplites*.

No grupo examinado, o ciclo anual, contém ciclos estacionais segundo o ritmo das chuvas, os quais, por sua vez, contém ciclos lunares de desova, os quais foram descritos inicialmente pelas variações no GSI e pela presença de fêmeas em atividade de posta (AS), um padrão típico de desova lunar visto para muitas espécies de peixes tropicais.

O GSI ainda informou acerca do mapa de distribuição do investimento reprodutivo populacional na área de distribuição das espécies, nas épocas de posta e repouso, para o qual encontrou-se efeito significativo apenas durante a época de posta. A espécie *L. synagris* esboçou agrupamento de fêmeas de maior GSI ao nordeste da mancha recifal, decrescendo em sentido sudoeste, verificando-se um ponto de agregação leste daquelas de menor índice.

Em *R. aurorubens*, detectou-se uma agregação decrescente de fêmeas marcadamente do sentido leste-oeste, mas com diferentes pontos de fêmeas de menor GSI difundidas ao longo da mancha recifal. Em *L. vivanus*, fêmeas de maior GSI se agruparam ao longo da margem oeste e, daí, em direção ao borde leste. Em direção ao centro sul, há um ponto de reunião daquelas de menor GSI.

Este achado pode facilitar a construção das ferramentas de manejo para o grupo, por saber-se onde estão machos e fêmeas, de que tamanho e fase reprodutiva, se aproximaria em que zona a pesca teria seus efeitos mais depletivos a dinâmica desta população, se o conceito de áreas marinhas protegidas fosse uma solução de gestão adotada.

A estratégia de recrutamento de fêmeas à época de posta é apresentada por primeira vez para estas espécies e foi formulada sob dois modelos: 1) O modelo assincrônico foi definido por dois aspectos do início da estação reprodutiva: a presença simultânea de fêmeas em *desenvolvimento inicial* e em *pós posta* concomitante com outras fases de maturação, a qual esteve perfeitamente delineada em *L. synagris* e *R. aurorubens*, contudo não elucidado para *L. vivanus*. 2) O modelo sincrônico foi validado para todas as espécies, face a que fêmeas *capazes de pôr* são recrutadas à população ativa durante toda a estação de posta, constituem mais de 50% da população reprodutora e pertenciam a mesma classe de comprimento com tendência de fêmeas maiores participarem desta população.

Os resultados desta investigação reforçam a necessidade de múltiplas aproximações quando se estuda a ecologia reprodutiva de uma espécie. Os lutjanídeos são de grande importância econômica nesta zona do litoral norte da Bahia e, agora, já têm descrita sua temporalidade reprodutiva e descritas quando e onde estão em seu máximo e mínimo reprodutivo.

A temporada de posta, ou escala intrasazonal, pôde ser definida pela presença de ovos hidratados e, em especial pela boa diferenciação entre POFs recentes e antigos, em particular para *L. synagris* e *R. aurorubens*, por causa do baixo número de fêmeas capturadas com ovos hidratados e sua distribuição sazonal, o que sugere que estas duas espécies são pouco sensíveis a arte de pesca.

A fração média de fêmeas desovantes durante a estação reprodutiva foi de 0,18 para *L. vivanus*, 0,24 para *L. synagris* e , 0,27 para *R. aurorubens*, o que significa que a primeira realiza um evento de posta a cada seis dias, com um intervalo de posta a cada três dias e as demais realizam um evento a cada três dias, com um intervalo de um dia.

A média dos pulsos de posta por evento foi de 10 lotes. O tempo médio individual de desova em *L. vivanus* seria de aproximadamente três meses e meio e nos picos de posta de 20 dias e dois meses em *L. synagris* e *R. aurorubens* e nos picos de posta, seria de 12 dias.

Nesta investigação, o pico de posta considerado a partir da fração de fêmeas em posta (*FCp*) foi maior igual a 50%, o qual não foi necessariamente igual aquele determinado pelo *GSI*, que expressa picos de madures gonadal. Assim, tem-se abril,

julho e setembro para *L. vivanus* setembro, novembro e fevereiro para *L. synagris* e fevereiro para *R. aurorubens*.

Como nos períodos de pico o número de fêmeas alcançou quase o máximo populacional da frequência de posta, significa dizer que a frota está depreciando o estoque reprodutor num dos principais momentos de sua capacidade regenerativa, o que implica pensar nos efeitos negativos presumíveis e já conhecidos sobre a produção total de ovos e a consequente perda de resiliência das espécies.

Recordando que a assembléia apresenta agregação para a posta, uma época de defeso biológico durante os picos de posta seria recomendável como unidades flexíveis de gestão que protegeriam a maior parte da biomassa desovante e não obrigaria o afastamento dos pescadores por longos períodos da sua atividade econômica.

Como efeito ambiental sobre a reprodução, encontrei a lua como fator. Sua influência sobre os padrões reprodutivos em peixes recifais enfocam primariamente os fatores que podem aumentar o fitness reprodutivo através de diferentes estratégias de facilitação da fecundidade, dispersão dos ovos e assentamento das larvas permitindo o aumento da supervivência dos ovos pelágicos através da dispersão planctônica assistida temporalmente pelos movimentos das marés para fora dos recifes (luas claras), diminuição da predação sob as larvas, através da atração fotopositiva para a superfície (luas escuras), bem como a diminuição da competição entre larvas pela formação de coortes temporais (posta em luas alternadas).

A fração de posta (FCp) foi notadamente maior na lua nova em *L. synagris* e *R. aurorubens* e na cheia em *L. vivanus*, espécie que manteve a relação direta entre FCp e GSI . Isto pode sugerir que as circunstâncias maximizadoras do fitness reprodutivo em *R. aurorubens* e *L. synagris* residiria em promover a dispersão e de *L. vivanus* em minimizar a predação, alternativas de uma mesma moeda, quando se considera a estratégia reprodutiva principal deste grupo que é agregar para a posta.

Onde mercados são centralizados ou pontos de desembarques são conhecidos, como no Litoral Norte da Bahia, a comercialização sazonal e a proibição de captura que ocorrem em torno da época de desova podem ser efetivas na proteção de indivíduos reprodutivos, deste modo, vedas lunares poderiam mitigar os efeitos da pressão por pesca sobre o estoque reprodutor.

Para determinação do tipo de fecundidade, estudou-se a evolução temporal do número de ovócitos em crescimento secundário (NDO), do NDO relativo (NDO_r), da atresia e diâmetro dos ovócitos.

Os resultados encontrados são consistentes com o padrão de fecundidade indeterminada para os lutjanídeos analisados, dado pelas seguintes características: 1) Ausência de hiato na distribuição da frequência do diâmetro dos ovócitos entre os estágios alvéolos corticais e vitelogênicos, 2) O recrutamento contínuo de ovócitos em crescimento secundário com aumento da fecundidade total durante a estação reprodutiva e 3) A prevalência de atresia no final da época, muito embora, tenha-se identificado níveis baixos e contínuos significativos de atresia durante a estação de posta em *L. vivanus*, característico de espécies determinadas.

A presença de atresia em espécies de fecundidade indeterminada durante as fases iniciais do desenvolvimento ovocitário não é frequente, pois a regulação da fecundidade faz-se mediante o recrutamento de ovócitos. Deste modo, estudos posteriores deveriam ser conduzidos acerca da intensidade de atresia em *L. vivanus*, a fim de se identificar que sua fecundidade se trata de uma estratégia mista ou indeterminada.

O NDO médio e máximo de *L. synagris* e *R. aurorubens* foi semelhante entre si e cerca do dobro daqueles encontrados para *L. vivanus*. Para *L. synagris* os valores relacionados com o NDO foram: \bar{x} = 271.345, [2.205, 1.053.342]; Ct = 19,5 a 45 cm) e uma fêmea de 30 cm, valor correspondente ao tamanho médio encontrado para a distribuição de comprimentos analisada, produziria um total de 241.700 ovos vitelados. O NDO_r médio foi de 42.029 ovos vitelados g⁻¹ [27.159, 69.012].

Para *R. aurorubens* os valores do NDO foram: \bar{x} = 222.631 de ovos vitelados ([5.856 - 1.076.065]; Ct = 21 a 36,5 cm) e 175.625 ovos para uma fêmea média de 26 cm. O NDO_r médio foi igual a 79.473, ([23.433, 208.780]) e para a espécie *L. vivanus*: \bar{x} = 180.174 ([14.317, 685.638]; Ct = 24 a 40 cm) e 120.689 para uma fêmea média de 30 cm. O NDO_r médio foi igual a 241 ([19.686, 110.955]).

Os lutjanídeos do LN/BA exibiram semelhante relação entre a fecundidade e alguns atributos biológicos. A fecundidade aumentou exponencial (*Lutjanus*) ou linearmente (*Rhomboplites*) em fêmeas maiores (R^2 0,37 a 0,48) e mais pesadas (R^2 0,35 a 0,55), chegando-se a casos em que as de maior comprimento produziram cerca de quatro vezes mais ovos que as pequenas.

Neste estudo, o NDO foi forte função da condição da fêmea em *L. vivanus* e *R. aurorubens* ($R^2 = 0,76$ e $0,86$), porém fracamente em *L. synagris* ($R^2 = 0,17$). Quando considerado o NDO_r, comprimento perdeu a relação, o *GSI* se manteve e *K* sofreu um aumento substancial como função do NDO_r ($R^2 = 0,54$, $0,74$ e $0,89$, respectivamente *L. vivanus*, *R. aurorubens* e *L. synagris*), indicando que fêmeas de melhor higidez possuem mais energia disponível para alocar na produção de ovos.

Esta estratégia maximizaria o esforço reprodutivo em espécies longevas, posto que é mais vantajoso pôr regularmente ao longo de um período do que investir vigorosamente em energia na fecundidade de apenas um evento de posta, às expensas do crescimento e condição.

Isto corrobora com a ideia de que as estratégias de manejo para este grupo devem ter em conta as características maternas, reforçando o argumento de que estimativas de recrutamento populacional para a posta devem incluir análises dos índices de condição das fêmeas.

Ainda que dados de fecundidade sejam muito úteis para a proteção de estoques pesqueiros, escassa é a literatura sobre reprodução destas espécies. Neste trabalho, os resultados referentes ao número de ovos hidratados de um lote (*Bf*) e seus derivados (fecundidade parcial relativa (*BfRel*), densidade de ovos hidratados (DOH) e produção populacional total de ovos (EP), forneceram um interessante panorama sobre a capacidade de desova, além de uma pequena interpretação sobre sua temporalidade e relação com as distintas variáveis biológicas. a sazonalidade da atividade da posta e dos atributos biológicos e sazonais a eles relacionados.

Os valores estimados da *Bf* foram de 22.263 a 74.780 ovos e média de 38.840 ovos liberados em um evento de posta em *L. synagris* (Ct= 26 a 33,5 cm), o que significa dizer que, se a média de eventos de posta encontrada foi de 10, durante a época de desova fêmea de maior fecundidade pode chegar a pôr mais de um milhão de ovos. A *BfRel* média de *L. synagris* foi de 130 ovos/g⁻¹ ([76, 249]), com diâmetro médio de 691 µm ([531,776]), a DOH media foi de 3005 ovos ([1710, 4852]).

A espécie *R. aurorubens* teve média de 15.256 ovos hidratados ([1770 a 32.353], Ct= 23 a 28 cm), valores muito inferiores aos atingidos no único trabalho desenvolvido para esta espécie (Golfo do México), o que levou-me a toma-los como uma primeira

aproximação. Portanto comparações devem ser cautelosas, devido ao baixo número de amostras e sua má distribuição temporal ($n=9$, das quais 5 em fevereiro).

Sua *BfRel* média foi de 76 ovos/g⁻¹ ([12, 123]), a DOH de 2017 ([982, 2780]) e a média de diâmetro dos ovos hidratados foi de 793 μm ([768, 821]). Num único evento de posta, fêmeas de maior fecundidade poriam cerca de 130.300 ovos. O número médio de lotes foi de 11.

Com um bom número de amostras e bem distribuídas ao longo da estação de posta (oito dos nove meses), a estimativa da *Bf* de *L. vivanus* apresentou valor máximo muito acima daqueles registrados para sua congênera e *R. aurorubens*, com média de 33.336 ovos hidratados ([6.495, 76.220]; $Ct=23,38$ cm. A *BfRel* média nesta espécie foi de 132 ovos/g⁻¹ ([30, 208]), a DOH 2139 ([1040, 3140]), sendo a média do diâmetro dos ovos hidratados de 827 μm ([643, 904]).

Deste modo, e baseado no comportamento populacional das espécies com respeito a frequência e duração total da posta, assumiu-se que a duração individual de uma fêmea esteve entre dois meses e com um intervalo de posta de 4 dias para *L. synagris* e *R. aurorubens* e 5 dias para *L. vivanus*. Se considerados os 12 meses de atividade de desova em *L. vivanus*, a duração seria de dois meses e meio, mas de mesma frequência de posta.

Observou-se que em todas as espécies, o melhor predador biológico da *Bf* foi o peso (R^2 0,31, 0,37 e 0,64, respectivamente *L. synagris*, *L. vivanus* e *R. aurorubens*). Quando retirado o efeito do peso, o melhor predador foi o diâmetro do ovócito em *L. synagris* ($R^2=0,42$), o GSI em *R. aurorubens* ($R^2=0,72$) e igualmente a fração de fêmeas em posta quanto o número de lotes postos ($R^2=0,26$) para *L. vivanus*. Com respeito a produção populacional de ovos, o peso volta a ser a melhor variável explicativa da quantidade de ovos da assembléia ($R^2=0,25, 0,34$ e $0,72$, respectivamente *L. synagris*, *L. vivanus* e *R. aurorubens*).

Variabilidade sazonal na *Bf* foi detectada apenas em *L. vivanus*, com o mês de setembro com maior pico e a lua cheia fase de maior registro de ovos hidratados. Por outro lado, a fecundidade anual ou a produção populacional de ovos esteve diretamente relacionada com um fator aparentemente óbvio que é a fração de postas, ou seja, quanto mais fêmeas desovando, mais ovos.

Seguindo o método usual (Bf^*FCp), a fecundidade anual do grupo estudado esteve entre 1 a aproximados 19 milhões de ovos (*L. synagris* y *R. aurorubens*) e de 34 a 155 milhões (*L. vivanus*) de ovos disponíveis à posta, o que caracterizou estas espécies como altamente fecundas. É muito provável que o pequeno número de amostras e sua má distribuição ao longo do ciclo anual seja a causa da não significância sazonal nas demais espécies.

Busquei finalizar a tese delineando os principais aspectos a se considerar na preparação de um protocolo de gestão do recurso, com medidas concretas que se poderiam realizar para o manejo da pesca recifal no Litoral Norte da Bahia, atentando à proteção da integridade dos ambientes recifais e das comunidades humanas que dela dependem.

Por este motivo, reforço profundamente que a escolha por extensas e diferentes aproximações testadas nesta tese se basearam na necessidade de elucidar alguns pontos obscuros sobre Lutjanidae e encontrar pontos de flexibilização para o processo de manejo, para o qual se é partidário do estabelecimento de micro épocas de defeso biológico.

Finalizei a tese com um capítulo que, mas que uma discussão geral, pretendeu uma revisão da importância da pesca artesanal como um subsistema das pescarias em pequena escala, típicas de países pobres, e dos seus efeitos sociais e biológicos, com enfoque aos ecossistema recifais.

Fiz também uma revisão do porque de uma história de fracasso no fortalecimento da pesca artesanal no Brasil. Sem esta contextualização, não seria possível delinear um dos principais aspectos que julguei fundamentais para o seu manejo: o modelo de exploração e suas unidade conformadoras.

Fundamentada na análise tecnológica, espacial y de estrutura de comprimentos prévia que realizei dentro do projeto de tese, mas que não a compôs, defini o padrão de exploração na zona estudada que conformou um cluster por mim denominado de Pesca em Recifes Oceânicos e Desconectados da Costa o qual está composto por cinco diferentes unidades: 1) Unidade Espacial: Recifes desconectados da linha de costa, aqueles que ocorrem de um a dezenas de quilômetros fora de linha de costa e Recifes Oceânicos, os quais se desenvolvem na borda da plataforma continental, 2) Unidade tecnologia de deslocamento: Pesca embarcada, 3) Unidade tecnológica de prospecção e

arte de pesca: Ativo-passiva com linha de mão com isca viva, 4) Unidade de esforço: padronizado em dias de mar, número de pescadores e arte de pesca e 5) Unidade biológica: estratégia reprodutiva de agregação para a posta do tipo residente e transitória com migração para o sítio de posta.

A extensa estação de posta dos lutjanídeos estudados é uma característica que dificulta as tomadas de decisões no processo de manejo tradicional, baseado em sistemas de épocas de defeso da estação de desova. Portanto, vetar a pesca por sete (*Rhomboplites*) a nove (*Lutjanus*) meses, seria economicamente inviável em uma pescaria multiespecífica em termos de espécies.

Por este motivo, o conhecimento da sincronicidade do movimento espacial da frota com os ritmos circadianos e estacionais dentro do ciclo anual das espécies deveria ser o ponto de partida para eleger-se a época que incluísse a maior fração de fêmeas desovantes, já que o manejo com base a idades mínimas, o qual protege a idade de primeira maturação, não seria aplicável.

Os indivíduos são capturados em reversão da bexiga natatória e, portanto, sem possibilidade de recuperação, em função das altas profundidades de exploração, assim, o estabelecimento de época de defeso biológico nos meses de picos de fração de posta seria o recomendado à proteção do estoque reprodutor.

Por outro lado, o uso do GSI em Lutjanidae como indicador de pico reprodutivo deveria ser tomado com cautela, pois, a análise da distribuição espacial das fêmeas por este fator indicou que houve mais indivíduos em uma mesma fase de maturação gonadal por área, pelo efeito da agregação para a posta, do que pela atividade de posta em si. Por outra parte, os picos de GSI nem sempre foram coincidentes com os da *FCp*.

Se encontro que a distribuição anual dos picos de posta são coincidentes com a época mais estável e mais quente da camada fótica da plataforma continental e região oceânica do Nordeste brasileiro (verão e outono), logo a mais piscosa do ano. Por isto, a proteção direta de todo o estoque reprodutor em uma época que combine este importante aspecto ambiental e diferentes e representativos signos da atividade de posta é altamente recomendável.

A nível de assembléia, as estratégias reprodutivas de Lutjanidae incluem agregação para a posta do tipo residente (*Rhomboplites*) e transitória com migração (*Lutjanus*). Dado que as agregações transitórias possuem uma área de migração funcional entre 100

a mais de 1000 km², a época de defeso estacional deveria ser implantada em toda a costa norte do estado, com o benefício de que as restrições realizadas a agregação incidiriam indiretamente sobre outras espécies não sujeitas a restrições.

Por outro lado, proteger os picos de fração de posta seria preventiva à mutilação de idades dado os resultados dos efeitos maternos sobre a fecundidade foi significativo: fêmeas grandes e experimentadas predominam a média daquelas em capacidade de pôr. Protegê-las equivaleria salvaguardar a transmissão da experiência genética do processo migratório aos sítios de posta às novas cortes. Ademais afetaria também à produção de ovos, posto que se encontrou uma relação direta entre a qualidade (*L. synagris*) e quantidade (assembléia) dos ovos e o tamanho, a condição e o peso das fêmeas.

As agregações transitórias em Lutjanidae, ainda incluem outra característica muito significativa, posto que são classificadas como congêneres, ou seja, que implicam o movimento de outras espécies de lutjanídeos nas migrações de posta. Também interespecíficas, implicando na formação de complexos migratórios com espécies de outras famílias, reconhecidamente com a família Serranidae e Balistidae.

Nas espécies da família Serranidae predomina o hermafroditismo e, por consequência, mais sensibilidade aos efeitos da pesca. Além disto, entre os serranídeos, há registros de espécies classificadas como vulneráveis ou criticamente em perigo. Este seria o primeiro dos benefícios indiretos de se proteger as agregações da assembléia investigada.

Como segundo benefício, estaria a proteção das espécies *Haemulon plumieri* (Lacepède, 1801), *Balistes vetula* (vulnerável), *Malacanthus plumieri* (Bloch, 1786) (hermafrodita,) e *Selar crumenophtalmus* (Bloch, 1793), posto que a captura de lutjanídeos apenas é feita com “isca viva” e estas são as principais espécies utilizadas. Atentando-se que *B. vetula* pertence a família Balistidae, reconhecida por realizar agregação residente para a posta.

Da revisão da história do fortalecimento da pesca no Brasil, encontrei que a série de medidas governamentais se fundamentou no aumento da produtividade através do aumento da frota ao longo das cinco décadas correspondentes ao processo de gestão dos recursos pesqueiros e não encontrei programas de monitoramento biológico para as espécies marinhas exploradas, ainda que muitas e distintas fontes bibliográficas

defendam a necessidade do ordenamento pesqueiro e a implantação de áreas marinhas protegidas como estratégias de proteção dos recursos.

Infortunadamente, cheguei a uma conclusão óbvia acerca da que deveria constituir-se como a primeira aplicação dos subsídios à pesca: boas práticas no uso destes subsídios, no momento em que os principais estoques da zona estão sobreexplotados ou em vias de sobreexploração.

A primeira boa prática seria a renovação e modernização da frota, visando a segurança do trabalho, a segurança alimentar, implantando a obrigatoriedade de instalações para a higiene e cuidados pessoais; equipamentos de segurança e comunicação; instalações para o descanso dos pescadores, além de instalações adequadas para o acondicionamento do pescado que diminuíssem tempo de manipulação, garantindo sua salubridade.

No Litoral Norte de Bahia, as condições de trabalho são realmente pouco humanas e insalubre. Neste contexto, os incentivos fiscais deveriam programar-se para ocupar-se do aumento da demanda pelo salário-defeso, cuja existência destinada a pescadores de outros tipos de recursos pesqueiros, como o camarão e *L. purpureus*, por si só legitima pescadores como um grupo social pobre e vulnerável.

Complementarmente ao bom uso dos subsídios estaria a qualificação das mulheres e seu processo de participação na cadeia produtiva, já que são elas as responsáveis pela comercialização da produção. Esta medida poderia garantir que parte da produção chegara a regiões circunvizinhas, as quais possuem demanda contínua, durante a época de baixa demanda local.

Isto faria possível a diminuição da força que tem o armador, que, pela sua capacidade de ter capital de giro, é capaz de armazenar grandes quantidades de pescado, ir a outros mercados e controlar o preço da produção na fonte. Se considero que uma das características deste tipo de pescaria são os laços familiares e de relações sociais próximas, o fortalecimento da cooperação se constituiria como um modo reconhecido de diminuição da pobreza e da vulnerabilidade e de evitar as armadilhas sociais e ecológicas associadas a pesca.

Para dominar a cadeia produtiva de uma pescaria em pequena escala se necessita trabalhar de modo cooperativo.

Uma boa coleta de dados contínua no tempo é parte de qualquer programa de inversão, fortalecimento e expansão de um setor. No Brasil, a descontinuidade e a falta de padronização dos dados pesqueiros poderia ser mitigada com uma associação entre as instituições de investigação do Estado para a formação e direcionamento dos jovens investigadores em temas de pesca, aproveitando também os cientistas-Júnior, oriundos das escolas do ensino médio das vilas pesqueiras.

Isto poderia garantir a qualidade da coleta de dados, permitindo que os planos de gestão implantados fossem adaptados em tempo real segundo as variações ambientais e biológicas identificadas. Se reforçaria o papel das comunidades no processo de gestão do seu próprio recurso e na prevenção das armadilhas, contribuindo para a reapropriação de um espaço socioambiental desconfigurado.

Ainda no Capítulo 5, do Protocolo de Gestão, realizei uma análise da distribuição de tamanhos de *L. vivanus*, *L. synagris*, e *O. chrysurus* (Lutjanidae) e espécies isca (*B. vetula* e *M. plumieri*) num período curto e contínuo de dados, que englobou três anos do final da década de 90 e com o período de amostragem realizada para esta tese de doutorado. O resultado demonstrou a diminuição das modas de comprimento das capturas e também das médias dos lutjanídeos, com respeito ao período das coletas para este trabalho, o que pode ser tomado como indícios de sobreexploração.

Ainda que esta comparação tenha tido caráter exploratório, observou-se, além disto, que grandes tamanhos, em geral pouco frequentes, parecem ter desaparecido em todas as espécies, levando a reforçar a necessidade das séries temporais como ferramenta preventiva à defesa dos recursos pesqueiros.

Assim sendo, medidas cautelares devem ser adotadas com respeito, pelo menos, às principais espécies da família Lutjanidae e às espécies *B. vetula* e *M. plumieri*, com base as suas funções comercial e ecológica neste sistema pesqueiro.

Os parâmetros biológicos como idade e crescimento (a partir do estudo conjuntos de idade e comprimento), as relações de peso e comprimento e valor de B e os estudos de proporção sexual, associados a temporalidade reprodutiva e fecundidade fundamentados em dados histológicos, caracterizam-se como dados essenciais para a elaboração de protocolos para a gestão dos recursos pesqueiros.

Como dados aditivos e tecnologicamente mais avançados e dispendiosos, penso serem investigações acerca da dispersão de ovos e larvas, recolonização e respostas compensatórias associados à pesca e seus efeitos sobre o potencial reprodutivo de Lutjanidae no LN/BA e das principais espécies associadas a sua pescaria são muito recomendáveis às propostas de manejo e conservação.

Entendo que o manejo mais apropriado para uma pescaria multiespecífica, depende de fatores biológicos locais, sociais e econômicos, portanto considerarei também o conhecimento ecológico tradicional como última e inequívoca ferramenta no processo de elaborar, organizar e aplicar o próprio plano de gestão da pescaria do qual os pescadores são dependentes: estes são os que mais sabem onde, quando, como e com que explorar o ambiente.

A longo prazo, esta proteção reprodutiva associada a outros tipos de componentes da estrutura populacional, poderiam garantir a recuperação deste estoque, protegendo suas relações tróficas subjacentes e seu potencial reprodutivo. Protegeria também a uma parte dos habitantes costeiros que depende exclusivamente da pesca, através de uma possibilidade real de recuperação de uma pescaria reconhecidamente em declínio, da inserção da comunidade no processo de gestão e da responsabilidade compartilhada dos pescadores na direção de suas próprias vidas.

Anexo 3

Lista das Espécies Registradas nos Desembarques da Pesca Artesanal na APA/LN, Bahia (organizadas por categoria comercial e subsequentemente por ordem alfabética)

PEIXES DE PRIMEIRA

Carangidae

Carangoides bartholomaei Cuvier, 1833
Caranx ruber (Bloch, 1793)
Carax latus Agassiz, 1831
Carax crysos (Mitchill, 1815)
Carax hippos (Linnaeus, 1766)
Chloroscombrus chrysurus (Linnaeus 1766)
Elagatis bipinnulata (Quoy & Gaimard, 1825)
Hemicaranx amblyrhynchus (Cuvier 1833)
Selene setapinnis (Mitchill, 1815)
Selene vomer (Linnaeus, 1758)
Seriola dumerili (Risso, 1810)
Seriola fasciata (Bloch, 1793)
Seriola rivoliana Cuvier, 1833
Seriola zonata (Mitchill, 1815)
Trachinotus falcatus (Linnaeus, 1758)
Trachinotus goodei (Jordan & Evermann, 1896)

Centropomidae

Centropomus ensiferus (Poey, 1860)
Centropomus parallelus Poey, 1860

Coryphanidae

Coryphaena equiselis Linnaeus, 1758
Coryphaena hippurus Linnaeus, 1758

Gerreidae

Diapterus rhombeus (Cuvier 1829)
Eucinostomus melanopterus (Bleeker 1863)
Eugerres brasilianus (Cuvier 1830)

Isthiophoridae

Kajikia albida (Poey, 1860)

Lutjanidae

Etelis oculatus (Valenciennes, 1828)
Lutjanus analis (Cuvier, 1828)
Lutjanus apodus (Walbaum, 1792)
Lutjanus buccannella (Cuvier, 1828)

Lutjanus cyanopterus (Cuvier, 1828)

Lutjanus jocu (Bloch & Schneider, 1801)

Lutjanus synagris (Linnaeus, 1758)

Lutjanus vivanus (Cuvier, 1828)

Ocyurus chrysurus (Bloch, 1791)

Rhomboplites aurorubens (Cuvier, 1829)

Mugilidae

Mugil cf curvidens Valenciennes, 1836

Mugil curema (Valenciennes, 1836)

Mugil liza (Valenciennes, 1836)

Rachycentridae

Rachycentron canadum (Linnaeus, 1766)

Scianidae

Isopisthus parvipinnis (Cuvier, 1830)

Scombridae

Acantocybium solandri (Cuvier, 1832)

Scomberomorus brasiliensis (Collete, Russo e Zavala, 1978)

Scomberomorus regalis (Bloch, 1793)

Scomberomorus cavala (Cuvier, 1829)

Thunnus alalunga (Bonnaterre, 1788)

Thunnus albacares (Bonnaterre, 1788)

Thunnus atlanticus (Lesson, 1831)

Thunnus obesus (Lowe, 1839)

Serranidae

Epinephelus guttatus (Linnaeus, 1758)

Epinephelus marginatus (Lowe, 1834)

Mycteroperca interstitialis (Poey, 1860)

Mycteroperca venenosa (Linnaeus, 1758)

Sphyraenidae

Sphyraena barracuda (Edwards, 1771)

Sphyraena guachancho Cuvier, 1829

Sphyraena tome (Fowler, 1903)

Sphyrnidae

Sphyrna lewini (Griffith & Smith, 1834)

PEIXES DE SEGUNDA

Ariidae*Aspistor quadriscutis* (Valenciennes, 1840)*Notarius grandicassis* (Agassiz, 1829)**Balistidae***Balistes vetula* Linnaeus, 1758**Carangidae***Alectis ciliaris* (Bloch, 1788)*Selar crumenophthalmus* (Bloch, 1793)**Carcharinidae***Carcharhinus porosus* (Ranzani, 1839)*Rhizoprionodon lalandii* (Valenciennes, 1841)*Rhizoprionodon porosus* (Poey, 1861)**Clupeidae***Odontognathus cf mucronatus* (Lacepède, 1800)*Opisthonema oglinum* (Lesueur 1818)**Dasyatidae***Dasyatis guttata* (Bloch & Schneider, 1801)*Dasyatis marianae* (Gomes, Rosa & Gadig, 2000)**Engraulidae***Anchoa januaria* (Steindachner, 1879)*Cetengraulis edentulus* (Cuvier, 1828)**Ginglymostomatidae***Ginglymostoma cirratum* (Bonnaterre 1788)**Haemulidae***Anisotremus surinamensis* (Bloch, 1791)**Malacanthidae***Malacanthus plumieri* (Bloch, 1786)**Pristigasteridae***Pellona cf harroweri* (Fowler, 1917)**Scianidae***Bairdiella ronchus* (Cuvier, 1830)*Larimus breviceps* (Cuvier, 1830)*Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823)*Nebris microps* Cuvier, 1830**Scombridae***Euthynnus alletteratus* (Rafinesque, 1810)*Scomber japonicus* (Houttiyn, 1780)

PEIXES DE TERCEIRA

Achiridae*Trinectes microphtalmus* (Chabanaud, 1928)**Albulidae***Albula vulpes* (Linnaeus 1758)**Ariidae***Bagre marinus* Mitchill, 1914*Notarius grandicassis* (Valenciennes 1840)**Eleotridae***Guavina guavina* (Valenciennes, 1837)**Gobiidae***Ctenogobius smaragdus* (Valenciennes 1837)*Gobioides broussonnetii* (Lacepède, 1800)**Gymnuridae***Gymnura micrura* (Blocck & Schneider, 1801)**Haemulidae***Conodon nobilis* (Linnaeus 1758)*Haemulon plumieri* (Lacèpede, 1802)*Pomadasys corvinaeformis* (Steindachner 1868)*Pomadasys ramosus* (Poey, 1860)**Lutjanidae***Lutjanus alexandrei* (Moura & Lindeman 2007)**Ophichthidae***Ophichthus parilis* (Richardson, 1844)**Paralichthyidae***Citharichthys spilopterus* (Günther, 1862)**Polynemidae***Polydactylus virginicus* (Linnaeus, 1758)**Scianidae***Menticirrhus americanus* (Linnaeus 1758)*Menticirrhus littoralis* (Holbrook, 1847)*Stellifer brasiliensis* (Schutz, 1945)**Tetraodontidae***Lagocephalus laevigatus* (Linnaeus, 1766)**Trichiuridae***Trichiurus lepturus* (Linnaeus, 1758)

PEIXES DOS AMIGOS

Achiridae	<i>Halichoeres cyanocephalus</i> (Bloch, 1791)
<i>Achirus lineatus</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Halichoeres</i> sp
<i>Trinectes paulistanus</i> (Chabanaud, 1928)	Labrisomidae
	<i>Labrisomus cf nuchipinnis</i> (Quoy, Gaimard, 1824)
Balistidae	Lobotidae
<i>Canthidermis sufflamen</i> (Mitchill, 1815)	<i>Lobotes surinamensis</i> (Bloch 1790)
<i>Melichthys niger</i> (Bloch, 1786)	Mullidae
<i>Xantichthys rigens</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Pseudupeneus maculatus</i> (Bloch 1793)
Belonidae	<i>Upeneus parvus</i> Poey 1852
<i>Ablennes hians</i> (Valenciennes, 1864)	Muraenesocidae
<i>Strongylura marina</i> (Walbaum, 1792)	<i>Hoplunnis tenuis</i> (Ginsburg, 1951)
<i>Strongylura timucu</i> (Walbaum, 1792)	Muraenidae
Bothidae	<i>Gymnothorax moringa</i> (Cuvier, 1829)
<i>Bothus maculiferus</i> (Poey 1860)	<i>Gymnothorax funebris</i> Ranzani, 1840
Cynoglossidae	Ophichthidae
<i>Symphurus plagusia</i> (Bloch & Schneider, 1801)	<i>Ophichthus ophis</i> (Linnaeus, 1758)
Diodontidae	Ophidiidae
<i>Diodon hystrix</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Brotula barbata</i> (Bloch & Schinaider, 1801)
Ephippidae	Paralichthyidae
<i>Chaetodipterus faber</i> (Broussonet, 1782)	<i>Syacium micrurum</i> Ranzani, 1842
Exocoetidae	Pomacentridae
<i>Cheilopogon cyanopterus</i> (Valenciennes, 1847)	<i>Stegastes</i> sp
<i>Cheilopogon pinnatibarbatus pinnatibarbatus</i> (Bennett, 1831)	Priachantidae
Fistulariidae	<i>Cookeolus japonicus</i> (Cuvier, 1829)
<i>Fistularia tabacaria</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Heteropriacanthus cruentatus</i> (Lacepède, 1801)
Haemulidae	<i>Priacanthus arenatus</i> Cuvier, 1829
<i>Anisotremus virginicus</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Pristigenys alta</i> (Gill, 1862)
<i>Genyatremus luteus</i> (Bloch 1790)	Scaridae
<i>Haemulon aurolineatum</i> (Cuvier 1830)	<i>Nicholsina usta</i> (Valenciennes, 1840)
<i>Haemulon parra</i> (Desmarest 1823)	<i>Sparisoma chrysopteron</i> (Bloch & Schneider, 1801)
<i>Haemulon squamipinna</i> Rocha & Rosa, 1999	Serranidae
Hemiramphidae	<i>Cephalopholis fulva</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Hemirhamphus brasiliensis</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Epinephelus adscencionis</i> (Osbeck, 1771)
<i>Hyporhamphus unifasciatus</i> (Ranzani, 1841)	<i>Gonioplectrus hispanus</i> (Cuvier, 1828)
Holocentridae	<i>Paranthias furcifer</i> (Valenciennes, 1828)
<i>Corniger spinosus</i> (Agassiz, 1829)	Sparidae
<i>Holocentrus adscencionis</i> (Oseck, 1765)	<i>Calamus penna</i> (Valenciennes, 1830)
<i>Myripristis jacobus</i> (Cuvier, 1829)	<i>Calamus pennatula</i> (Grichenot, 1868)
Labridae	Tetraodontidae
<i>Bodianus pulchellus</i> (Poey, 1860)	<i>Sphoeroides nephelus</i> (Goode & Bean, 1882)
<i>Bodianus rufus</i> (Linnaeus, 1758)	

REFUGO

Clupeidae

Platanichthys platana (Regan, 1917)

Dasyatidae

Dasyatis americana Hildebrand & Schroeder, 1928

Echeneidae

Echeneis naucrates (Linnaeus, 1758)

Monacantidae

Aluterus monoceros (Linnaeus, 1758)

Ogcocephalidae

Ogcocephalus vespertilio (Linnaeus, 1758)

Ostraciidae

Lactophrys polygonius Poey, 1876

Acanthostracion quadricornis (Linnaeus, 1758)

Rhinobatidae

Rhinobatos horkelii (Müller & Henle, 1841)

Rhinobatos percellens (Wabbaum, 1742)

Scorpaenidae

Scorpaena plumieri (Bloch, 1789)

Serranidae

Rypticus saponaceus (Block & Schneider, 1801)

Stromatidae

Peprilus paru (Linnaeus, 1758)

Syngnathidae

Hippocampus reidi (Ginsburg 1933)

Tetraodontidae

Colomesus psittacus (Bloch & Scheider, 1801)

Sphoeroides testudineus (Linnaeus, 1758)

Ao meu mais profundo coração

Lhe amava porque ele era algo muito maior que eu... e eu tive seu amor.
Tive tristeza e fui feliz. Como qualquer outro amor em que há amor, há dor. Sempre dói.

Por que seria maior que eu, se somos os dois humanos?

Não, não há julgamentos... só, emoções, e sentimentos.

Ele faz parte do meu coração e não pediu licença para ir-se, saiu arrastando sangue e me deixa com um vazio na alma. E incrivelmente segue aqui.

Das poucas pessoas que eu escolhi para amar sem limites, G era uma delas. E falar dele me deixa sem ar.

Hoje mais não. Dois anos se passaram. Já posso respirar, ainda que teimo em pensar: *quanto sinto, porque não estás aqui para ver isso*, justo neste hoje, 15 de julho de 2015.

Eu fico sem ar quando amo e quando o amor se vai, um pedaço meu fica órfão.

E aprendi com N.G. Jesus que agarrar o momento... é estar no aqui e agora, a única certeza que temos.



Rhomboplites aurorubens (Cuvier, 1829)
Paramirim



Lutjanus synagris (Linnaeus, 1758)
Ariacó



Lutjanus vinagris (Cuvier, 1828)
Vermelho verdadeiro